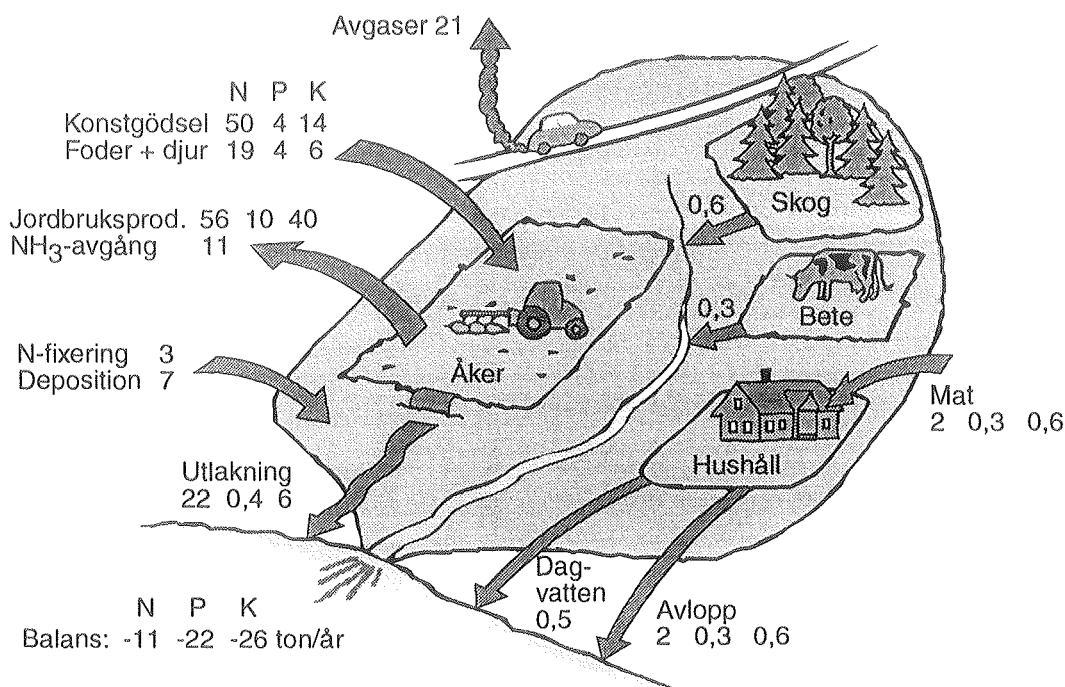


Teresa Kalisky

## VÄXTNÄRINGSBALANS ÖVER BRUDBÄCKENS AVRINNINGSOMRÅDE OCH KRETSLOPPSANPASSNING AV HUSHÄLLENS AVLOPPSSYSTEM

Nutrient balance in the Brudbäcken watershed and recirculation of human effluents



TEKNISK RAPPORT nr 6  
Handledare Staffan Steineck

UPPSALA 1998

Avdelningen för jordbearbetning  
Swedish University of Agricultural Sciences  
Division of Soil Management

ISSN 1400-7207  
ISRN SLU-JB-TR--6--SE

## Förord

Det här examensarbetet avslutar min utbildning till mark/växt-agronom vid Sveriges lantbruksuniversitet. Det ska belysa växtnäringsflödena inom Brudbäckens avrinningsområde och förhoppningsvis bidra till ett mera uthålligt utnyttjande av vattenresurserna i området. Intressenterna är lantbrukarna på Ramdalslätten, de boende i området och Karlskrona kommun.

Examensarbetet har utförts på Institutionen för markvetenskap på SLU och på Jordbrukstekniska institutet under vårterminen 1998. Min handledare har varit Staffan Steineck, och jag vill ge "farsan" ett jättetack och titeln Världens bästa handledare. Du är otroligt entusiasmerande att arbeta med och framförallt en viktig kontaktlänk gentemot all annan expertis jag sökt svar från under det här tvärvetenskapliga arbetet.

Mina kontakter i Karlskrona har varit Klaes-Göran Åkesson och Jonas Carlsson Drake, vilka jag vill tacka för all information och alla kartor över området som legat till grund för det här arbetet, och för ett gott omhändertagande under besöken där. Tack till alla lantbrukare som tagit sig tid att svara på mina frågor. Jag hoppas att ni finner något av värde i den här rapporten.

Ett tack till Kim Gutekunst på JTI som gjort snygga bilder till rapporten! Jag vill även tacka Stiftelsen Oscar och Lili Lamms minne för det stipendium jag tilldelats. Det är särskilt kul för mig att bli uppmärksammas av Stiftelsen, eftersom jag själv en gång spelat en av systrarna Lamm i en levande uppsättning av Cluedo på Ekenäs herrgård.

Uppsala, september 1998

*Teresa Kalisky*

# INNEHÅLL

	Sida
SAMMANFATTNING .....	1
SUMMARY .....	3
1. INLEDNING .....	5
Bakgrund .....	5
<i>Jordbruk</i> .....	5
<i>Enskilda hushåll och behandling av avloppsvatten</i> .....	5
<i>Brudbäckprojektet - tidigare erfarenheter</i> .....	6
<i>Avrinningsområden- JRK</i> .....	6
Syfte .....	7
Avgränsning .....	8
Material och metoder .....	8
2. BRUDBÄCKEN - ETT AVRINNINGSOMRÅDE .....	10
Områdets karaktär .....	10
Jordbruket .....	10
De boende .....	11
3. PROBLEMBESKRIVNING .....	12
Nitratanrikning .....	12
Saltvatten .....	13
Markinfiltration .....	14
Växtnäringsämnen och vattenkvalitet .....	15
4. LITTERATURÖVERSIKT .....	16
Sammanfattning av hinder och möjligheter för kretslopp av växtnäring i Sverige .....	16
Växtnäringsbalanser .....	17
Vatten- och växtnäringsbalans över Blekinge .....	17
Växtnäringsutlakning från olika källor inom avrinningsområdet .....	19
<i>Växtnäringsutlakning från åkermark, betesmark och skogsmark</i> .....	19
<i>Växtnäringsutlakning från golfbanor</i> .....	20
<i>Växtnäringsutsläpp från hushåll</i> .....	20
Bedömningsgrunder för små vattendrag och inre kustvatten .....	21
Alternativ avloppshantering .....	22
<i>Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse</i> .....	22
<i>Gotlandsmodellen</i> .....	23
<i>Understenshöjden</i> .....	23
<i>Fler exempel på lokala lösningar för slamhantering</i> .....	24
<i>Risker med avloppsslam</i> .....	25
Våtkompostering .....	25
Tungmetaller i slam .....	26
Lagar och andra regler gällande hantering och spridning av slam .....	27
Politiska miljömål .....	28
<i>Aktionsprogram inom Sverige</i> .....	28
<i>Jordbruksverkets ammoniakupdrag</i> .....	28
<i>The Baltic Agricultural Run-Off Action Program (BAAP)</i> .....	29

<i>Agenda 21 för Östersjön</i> .....	29
<i>HELCOM (The Baltic Sea Environmental Action Programme)</i> .....	29
<i>OSPAR</i> .....	30
<i>EUs Nitratdirektiv</i> .....	30
<i>FN</i> .....	30
Marknaden .....	30
<i>Regering och riksdag</i> .....	30
<i>LRF och slamöverenskommelsen</i> .....	31
<i>Arla och slamöverenskommelsen</i> .....	31
<i>Cerealia</i> .....	32
<i>KRAV</i> .....	32
<i>Konsumenterna och lantbrukarna</i> .....	32
 5. RESULTAT. ....	33
VÄXTNÄRINGSFLÖDEN INOM BRUDBÄCKENS AVRINNINGSOMRÅDE.	
Jordbruket .....	33
<i>Växtnäringsbalans</i> .....	33
<i>Deposition</i> .....	34
<i>Kvävefixering</i> .....	35
<i>Ammoniakavgång</i> .....	35
<i>Utlakning/ avrinning av kväve, fosfor och kalium</i> .....	35
<i>Denitrifikation och retention</i> .....	36
<i>Övrigt</i> .....	37
Betesmark och skogsmark .....	37
Hushållen .....	38
Trafik och dagvatten .....	40
Bäcken .....	41
Sammanställning .....	42
 6. DISKUSSION AV RESULTAT OCH FÖRSLAG TILL KRETSLOPPSANPASSNING - HINDER OCH MÖJLIGHETER.....	46
Återcirkulation av växtnäring till jordbruket .....	46
<i>Hinder</i> .....	46
<i>Möjligheter</i> .....	47
<i>Retentionsdammar</i> .....	47
De enskilda hushållens avloppssystem idag och imorgon .....	47
Dagvatten .....	48
Golfbanan .....	49
Marknaden .....	49
Folkällor och problem .....	50
 7. SLUTSATSER .....	51
8. REFERENSLISTA .....	52
 Bilaga 1. Frågeformulär - växtnäringsbalans. ....	1
Bilaga 2. Gränsvärden gällande tungmetaller i slam och åkermark. Naturvårdsverkets föreskrifter gällande användningen av slam. ....	6
Bilaga 3. Arlas 'Villkor för foder bevattnat med vatten från biodammar'. ....	8
Bilaga 4. Utlakningskoefficienter för Götalands mellanbygder - ost. ....	10
Bilaga 5. Förråd av fosfor i marken. ....	11

# SAMMANFATTNING

Syftet med arbetet är att kartlägga växtnäringens flödena av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) inom Brudbäckens avrinningsområde, för att därefter komma med ett förslag till kretsloppslösning. Växtnäringens balans innebär en summering av all växtnäring som förs in och ut ur avrinningsområdet på grund av främst jordbrukets och hushållens aktiviteter, men även genom faktorer som nedfall, erosion och utlakning. En viss mängd växtnäring fastläggs i mark (retention), vatten eller växtmaterial, medan en viss mängd frigörs, mineraliseras, ur markens förråd varje år. Kväve kan också avgå till luften som ammoniak eller kvävgas.

Brudbäckens avrinningsområde ligger på Ramdalslätten 10 kilometer öster om Karlskrona, invid Östersjöns kust. Det omfattar totalt 780 hektar med jordbruk på 516 hektar. Det är ett djurintensivt jordbruksområde, med några av Blekinges mest produktiva marker. Det råder vattenbrist i området i juni och juli under den tid då jordbruket behöver vatten allra mest. Vattenbrist är ett problem även för enskilda hushåll, då en del brunnar riskerar saltvatteninträngning eller nitratanrikning på grund av överutnyttjande av grundvatten. Vattenbristen utgör ett hinder för utökat permanentboende och fortsatt utbyggnad innefattande konventionell VA-teknik, inom ett område som ökar i popularitet och är intressant för fritidsbebyggelse. I framtiden måste avloppsreningen ske antingen via kommunalt reningsverk eller någon alternativ avloppslösning.

Förutom Brudbäckens avrinningsområde omfattar beräkningarna av växtnäringens flöden även två mindre, intilliggande avrinningsområden. Detta görs för att kunna täcka in en större del av avrinningsområdet till den kustvik där Brudbäcken rinner ut. Arbetet är huvudsakligen begränsat till växtnäringens beräkningar, och tar inte upp tekniska lösningar, hygieniska aspekter, bakteriologiska aspekter eller mängden syrekrävande organiskt material (BOD) i någon större omfattning.

Växtnäringens balans har baserats på intervjuer med de 13 lantbrukare som brukar åkermarken inom området. Deras uppgifter om insatsmedel och produktion har bearbetats med schablonvärden och beräkningar tagna ur Jordbruksverkets databas STANK (1998), databasen NPK-FLO (Fagerberg, Salomon & Steineck. 1993.) och *Växtnäring-hushållning, miljö* av Claesson & Steineck (1991). Deposition och utlakning har baserats på uppgifter från Institutet för Vatten och Luftvårdsforskning, IVL, och Statistiska Centralbyrån, SCB. Mängden växtnäring från de närmare 700 hushållen har beräknats med hjälp av schablonvärden för utsläpp per person från Naturvårdsverket (Sundberg. 1995.) och Boverket (Malmkvist. 1998. Muntligt meddelande).

Utsläppen av kväve från Brudbäckens avrinningsområde ligger i samma storleksordning som motsvarande medelvärde för Öresundsområdet, medan avrinningen av fosfor från Brudbäckens område är ca dubbelt så hög för åkermark och övrig mark (Löfgren & Olsson. 1990).

Jordbruket i avrinningsområdet uppvisar en negativ växtnäringens balans med -21 kg N, -6 kg P och -51 kg K per hektar och år. Det visar att jordbruket tär på markens förråd av växtnäring. Jordarna i området har dock goda tillstånd av fosfor och kalium, som en följd av tidigare års gödsling i överskott, med 1100 kg P per hektar. Förråden av fosfor skulle teoretiskt sett räcka i 180 år, även med en negativ fosforbalans om -6 kg P per hektar och år. Lantbruket utnyttjar alltså växtnäring som lagrats i marken under tidigare år, vilken annars skulle erodera ut och orsaka skada.

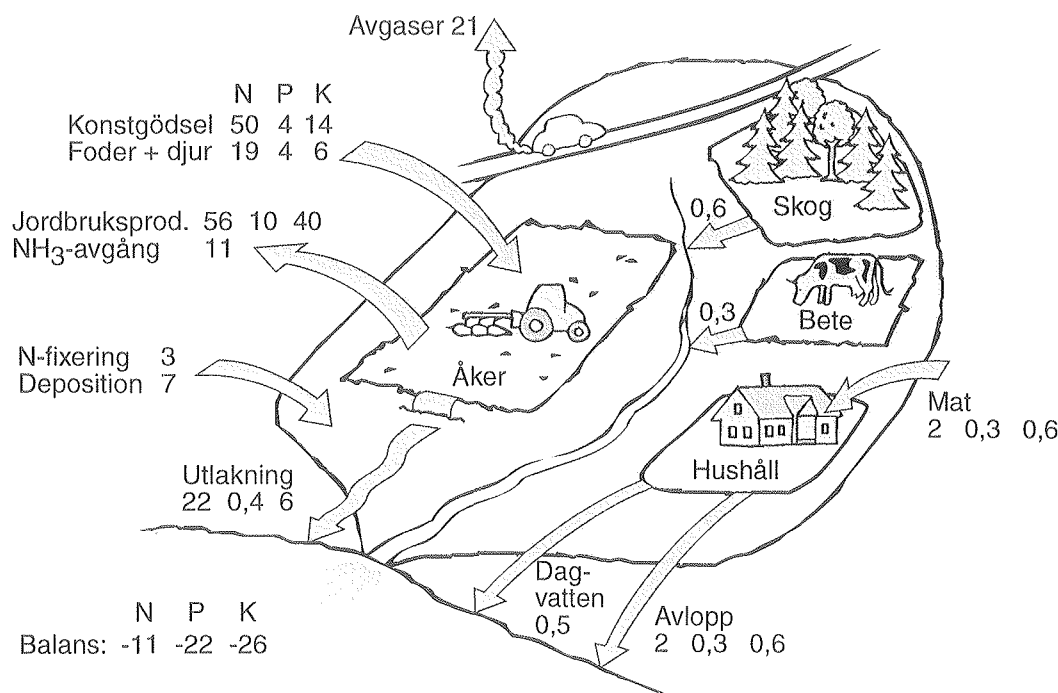
Växtnäring i hushållens avloppsvatten i Brudbäckens avrinningsområde motsvarar totalt sett ca 2000 kg N, 300 kg P och 600 kg K per år. Med områdets fosfortillförsel med konstgödsel till jordbruket på 7 kg P per hektar (dagens inköp) skulle fosforinnehållet i hushållens avloppsvatten räcka till 47 hektar. Mängden växtnäring från alla tre avrinningsområden skulle, baserat på samma fosfortillförsel, räcka till 111 hektar.

Den totala mängden avloppsvatten från de tre avrinningsområdena motsvarar ca 82.000 m<sup>3</sup>. Det motsvarar 100 mm bevattning för 82 hektar. Vattnet skulle även kunna användas på den närliggande golfbanan, där man har ett bevattningsönskemål om ytterligare 50.000 m<sup>3</sup> vatten.

Ett alternativ och komplement till att samla in och hygienisera avloppsvattnet är att dämna upp Brudbäcken med s.k. retentionsdammar. Vattnets uppehållstid i dammarna ska vara minst fem dygn för att uppnå maximal kväveavgång (denitrifikation). Det skulle behövas dammarealer på sammanlagt två hektar (för ca 20.000 m<sup>3</sup> vatten) för att uppnå den uppehållstiden.

Växtnäringen i avloppsvattnet kan ersätta 10% av kvävet, 22% av fosfor och 10% av det kalium som jordbruket köper idag med konstgödsel per år. Av åkerarealen tillhör dock 245 hektar mjölkko gårdar, vilka enligt mejeriindustrins tillägg till den gemensamma slampolicyn mellan LRF, NV och VAV (1994) inte får sprida slam eller renat avloppsvatten på sina marker. Bevattning med renat avloppsvatten kan vara aktuellt för 217 hektar där det främst ingår rena spannmålgårdar.

Hela Brudbäckens avrinningsområde har en negativ växtnäringsbalans. Utlakningen av kväve är ca 30% av tillförseln, och motsvarar områdets underskott. Hushållens står för 8% av kväveutlakningen och 43% av fosforförlusten, vilket kan minskas genom att recirkulera hushållens avloppsvatten till jordbruket respektive golfbanan.



Växtnäringsflöden till, inom och från Brudbäckens avrinningsområde, i ton per år.  
(Bild Kim Gutekunst, JTI)

## SUMMARY

The purpose of this thesis is to map the plant nutrient flows of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) within the Brudbäcken watershed, in order to come up with a suggestion for recirculation of aforesaid plant nutrients. Mapping the nutrient flows will show their respective sizes and which are possible to minimise. Setting up a plant nutrient balance involves a summation of all plant nutrients moving in and out of the run-off area, mainly due to farm activities or actions by the local citizens, but also due to factors such as deposition, erosion and leaching of nutrients. A certain amount of plant nutrients are retained within the soil, water or plant material, while a certain amount of plant nutrients are released, mineralised, from soil supplies every year.

The Brudbäcken watershed is situated on the Ramdala plain 10 kilometers east of Karlskrona, just by the coast of the Baltic sea. It encompasses a total of 780 hectares, with farmland on 516 hectares. The agriculture is intensive, with a high concentration of animals and the agricultural land is among the most fertile in the province of Blekinge. There is a lack of irrigation water in the area during the summer, just when water is most needed in agriculture. Lack of water is also a problem for household owners, since some groundwater wells are in the risk zone of having salt water or nitrate contaminating the drinking water due to the overutilisation of ground water. The low reserves of drinking water present a threat to further exploitation of the area, such as a larger number of permanent dwellers (as compared to summer house dwellers) or a future expansion of the number of summer houses, within an area that is growing in popularity and is interesting for the tourist business. In the future, the sewage sanitation will have to be taken care of by the communal sewage system or by some form of alternative sewage system.

Except for the Brudbäcken watershed, the calculations also include two adjacent watersheds to encompass a major part of the recipient bay catchment. The thesis is based on plant nutrient calculations, and does not include technical, hygienic or bacteriological aspects to any further degree. Also, Biochemical Oxygen Demand (BOD) is not included in the calculations, but could easily be added at a further stage.

The plant nutrient balance is based on interviews with 13 farmers that farm the agricultural land within the run-off area. Their information on inputs and production have been multiplied by percentage contents of NPK of all the various agricultural products mentioned. The percentage contents of NPK are taken from the data bases STANK (1998) and NPK-FLO (1993). The calculation methods are based on *Växtnäring-hushållning, miljö* (Claesson & Steineck. 1991). The deposition and leaching variables are based on data from IVL and SCB. The amounts of plant nutrients from the 700 households have been calculated by using general figures of discharge of NPK per person from Sundberg (1995) and Malmkvist (1998).

The leaching of nitrogen from the Brudbäcken watershed is similar in size to nitrogen leaching from corresponding areas within the Öresund watershed basin. The erosion of phosphorus is about twice as high from the Brudbäcken watershed, compared to the Öresund watershed.

The agriculture within the Brudbäcken watershed sports a negative plant nutrient balance, namely -21 kg N, -6 kg P and -51 kg K per hectare and year. This means that the agriculture utilises nutrients mineralised from soil supplies and that the export of plant nutrients is greater than the import.

The soils in the area have a generous supply of P and K, as a result of at least 40 previous years of overfertilising. The supplies of P would theoretically last for another 180 years, even with a negative yearly plant nutrient balance of -6 kg P per hectare.

The plant nutrients in the household sewage water from the Brudbäcken watershed amount to a yearly total of about 2000 kg N, 300 kg P and 600 kg K. The amount of sewage water from the Brudbäcken watershed is about 50.000 m<sup>3</sup> yearly. The total amount of sewage water from all three watersheds is about 82.000 m<sup>3</sup>, which corresponds to 100 mm irrigation water for 82 hectares. The water could also be utilised on the local golf course, where there is a demand for more irrigation water.

An alternative or complement to collecting and sterilising the household sewage water is to stem the stream with water retention dams. The optimal staying time for stream water in the retention dams should be at least five days to obtain maximal denitrification. For a five-day retention of stream water, the dams should have a total area of two hectares to hold 20.000 m<sup>3</sup> water.

The plant nutrients in the sewage water could replace 10% N, 22% P and 10% K of the nutrients that are "imported" into the area by agriculture each year. However, of the total agricultural land area, 245 hectares of land belong to animal farms, where hygienised sewage water should preferably not be used for risk of spreading diseases or parasites to cattle. The other 217 hectares belong to grain farms, where there is less risk for hygienic problems.

The entire Brudbäcken watershed has a negative plant nutrient balance. The leaching of nitrogen is about 30% of the import to the area, and diminishing the total leaching of nitrogen by half would cover the areas negative balance. The portion of nitrogen leaching coming from the households is 8%, and the portion of phosphorus erosion is 43%. Those amounts of plant nutrient loss could be used to a better advantage for the area, by utilising household sewage water for irrigation.



# 1. INLEDNING

## Bakgrund

Brudbäckens avrinningsområde ligger vid en vik av Östersjön, invid samhället Ramdala, 10 kilometer öster om Karlskrona i Blekinge. Avrinningsområdet är 780 ha och innefattar Ramdalaslätten med 516 ha åkermark, skogs- och betesmark och 260 hushåll fördelade inom främst Ramdala och Gängletorp. Se figur 1 på sidan 11.

### *Jordbruk*

Området har varit befolkat sedan stenåldern. De fornlämningar som finns i området härstammar från bronsåldern. Enligt lantmäterikartor var den nuvarande odlingsmarken till stora delar äng före det laga skiftet 1850<sup>1</sup>. De största förändringarna i landskapet ägde rum mellan 1850 och 1950, då ängsmark uppodlades och vattendrag kanaliserades. På senare tid har ängsmarken återigen fått en större utbredning. Brudbäcken har i etapper rätats ut och delvis kulverterats och Tornbydiket (som ansluter till bäcken) har byggts ut. Tornbydiket har troligtvis uppkommit genom naturlig avrinning. De låglänta delarna av området söder om E 22:an har till större delen legat under vatten under mitten av 1800-talet. Området har täckdikats omkring 1850, med dräneringsrör lagda med 16 meters mellanrum ovanpå ett lager av blålera.

### *Enskilda hushåll och behandling av avloppsvatten*

De svenska avloppsanläggningarna är i en internationell jämförelse generellt av hög standard, men en stor del av de enskilda avloppsanläggningarna bedöms inte uppfylla miljöskyddslagens minimikrav<sup>2</sup>. I Sverige finns det ca 0,5 miljoner småhus för permanentboende och 0,5 miljoner fritidshus som inte är anslutna till kommunal avloppshantering<sup>3</sup>. Sannolikt är endast en liten del av dessa hushåll knutna till reningsanläggningar, medan många äldre hus i glesbygd ofta är utrustade med enbart slamavskiljning. Enligt miljöskyddslagen krävs det längre gående rening än enbart slamavskiljning från avloppsutsläpp innehållande toalett eller BDT-vatten (Bad, Disk och Tvätt-vatten), om det inte är uppenbart att utsläppen kan ske utan olägenhet. Detta innebär att en stor del av de enskilda avloppsanläggningarna inte uppfyller minimikraven.

I Karlskrona kommun har tillståndsgivningen vad gäller utbyggnad av hus med egen infiltration varit generös sedan mitten av 70-talet, med resultatet att ett antal VA-problemområden har skapats inom kommunen<sup>4</sup>. Inom dessa områden sker utsläpp av näringsrikt spillvatten via diken och dräneringar till Östersjön. Ett sådant område är Gängletorp inom Brudbäckens avrinningsområde, där det råder brist på färskvatten, vilket försvårar en eventuell utbyggnad.

Belastningen med näringsämnen från enskilda avlopp är relativt stor i Blekinge län, och det har beslutats om åtgärder för att minska belastningen med 30% mellan 1987 till 2000<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken.

<sup>2</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736.

<sup>3</sup> NV. 1993. Vatten, avlopp och miljö. Naturvårdsverket Rapport 4207. s. 42-43.

<sup>4</sup> Miljö- och hälsoskyddskontoret Karlskrona kommun. 1989. Inre kustvatten.

<sup>5</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736. s. 60

Tidigare har Ronneby avloppsreningsverk varit det enda som haft kväverening inom länet, men nyligen (1997) har även Karlskrona reningsverk försetts med kväverening <sup>6</sup>.

### *Brudbäckprojektet - tidigare erfarenheter*

Enligt Miljökontorets vattenmätningar i 11 vattendrag fram till 1994, är Brudbäcken en av kommunens mest närsaltbelastade vattendrag <sup>7</sup>. Det finns mycket data tillgängligt över det här området, då □Brudbäckprojektet□ har varit aktuellt sedan 1989. □Brudbäckprojektet□ innebar planer på en invallning av Brudbäckens utlopp, vilket skulle skapa en sötvattensreservoir till vilken man även kunde tillföra infiltrationsvatten från markbäddar. Från den dammen skulle man kunna försörja både jordbruket och den närliggande golfbanan (Trummenäs golfklubb) med bevattningsvatten <sup>8</sup>. Det projektet har dock aldrig realiserats.

Kommunen lade fram ett förslag 1988-89 gällande reningsåtgärder för hushållsavloppen i området. Det förslaget innebar den traditionella lösningen med en lång ledning till ett utbyggbart kommunalt reningsverk, och mötte påtagligt motstånd från de boende och kommunledningen <sup>9</sup>. Olika förslag på lösningar på den ohållbara vattensituationen inom området har förts fram över åren, men hittills så har bara ett förslag genomförts. Ett bostadsområde om 61 hus (inom Trummenäs avrinningsområde, vilket ligger intill Brudbäckens) har varit försöksområde för en kretsloppslösning innefattande Aquatron-toaletter varifrån spillvattnet går till golfbanan <sup>10</sup>.

Enligt Miljökontoret i Karlskrona finns det en fördämning i en närliggande å, Åbyån, för bevattningsändamål <sup>11</sup>. Ramdala reningsverk släpper ut sitt fosforrenade vatten i ån, så ett visst mått spillvatten recirkuleras redan. Miljökontoret anser att dammarna vid Ramdala reningsverk bör byggas ut för att kunna magasinera avloppsvatten i större skala.

År 1994 sammanställdes en rapport över närsaltflöden från bl.a. Brudbäckens avrinningsområde av Sofie Adolfsson Jörby, Högskolan i Kalmar. Rapporten baserades nästan helt och hållet på schablonsiffror, och visade på förslag som skulle leda till förbättringar inom området <sup>12</sup>. År 1995 sammanställde Jonas Carlsson Drake grundläggande data över området, baserade på intervjuer och observationer. Han tog fram en vattenbalans över området och producerade en mängd GIS-kartor, av vilka en del återfinns i den här rapporten <sup>13</sup>.

### *Avrinningsområden - JRK*

Undersökningar av vattenkvaliteten i avrinnande vatten i bäckar och åar har skett sedan 1988, med länsstyrelserna ansvariga för sina respektive län <sup>14</sup>. Beteckningen på det här arbetet, Jordbrukets recipientkontroll (JRK), används fortfarande i dagligt tal men själva

---

<sup>6</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736. s. 60

Carlsson Drake, Jonas. 1998. Muntligt meddelande.

<sup>7</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. Transport av närsalter.

<sup>8</sup> Åkesson, Lars. 1998. Muntligt meddelande.

<sup>9</sup> Åkeson, Klaes-Göran. 1998. Muntligt meddelande.

<sup>10</sup> Åkeson, Klaes-Göran. 1998. Muntligt meddelande.

<sup>11</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. Transport av närsalter. s. 4

<sup>12</sup> Adolfsson Jörby. 1994. Närsalter till Torstävaviken. Högskolan Kalmar Rapport 1994:4.

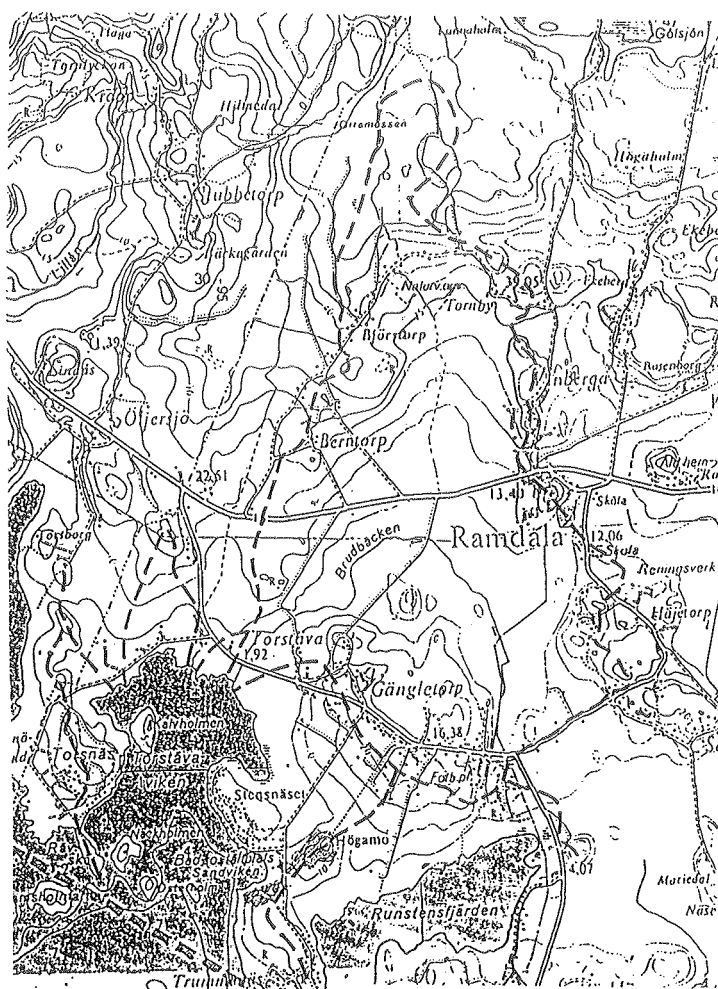
<sup>13</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken. Opublicerat.

<sup>14</sup> Kyllmar & Johnsson. 1996. Typområden på jordbruksmark (JRK). SLU.

miljöövervakningsarbetet har bytt namn till "Typområden på jordbruksmark". Dessa typområden består av ca 40 små jordbruksdominerade avrinningsområden i olika delar av landet, där markanvändningen inventeras och vattenkvaliteten mäts. De typområden som ligger närmast Brudbäcken i Blekinge är Hörviksbäcken och Heabybäcken<sup>15</sup>. Miljökontoret i Karlskrona har under perioden 1985-94 undersökt de 11 största vattendragen inom Karlskrona kommun, i syfte att redovisa den årliga transporten av kväve och fosfor<sup>16</sup>. De har även mätt vattenkvaliteten i 15-17 inre vikar längs kusten år 1988, 89, 94 och 95<sup>17</sup>.

## Syfte

Syftet är att kartlägga växtnärlingsflödena av kväve, fosfor och kalium till, inom och från Brudbäckens avrinningsområde, för att därefter komma med ett förslag till kretsloppslösning. Det gäller främst lantbrukets utnyttjande av växtnäring och vatten och de enskilda hushållens avlopp, men även andra faktorer som t.ex. trafiken genom området och utlakningen från golfbanan inkluderas.



Figur 1. Överblick över Brudbäckens, Trummenäs och Torsnäsets avrinningsområden.

<sup>15</sup> Kyllmar & Johnsson. 1996. Typområden på jordbruksmark (JRK). SLU.

<sup>16</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. Transport av närsalter.

<sup>17</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1996. Inre kustvatten.

## Avgränsning

Förutom Brudbäckens avrinningsområde ingår hushållens växtnäring och markens utlakning från två mindre, intilliggande, avrinningsområden - Trummenäs och Torsnäset. Se Figur 1. Dessa två avrinningsområden avvattnas båda till Torstävaviken, dit Brudbäckens vatten går. Därigenom har delar av Torstävavikens avrinningsområde täckts in, dock inte hela.

Utifrån en sammanställning över mängderna växtnäring och vatten som används inom området, kan man komma med förslag till kretsloppsanpassningar. När det gäller återföring av organiska avfallsprodukter från enskilda hushåll till jordbruk gäller det att ta hänsyn till hygieniska aspekter och förekomst av eventuella svårnedbrytbara organiska ämnen och tungmetaller. Det är viktigt att det finns en avsättning för de jordbruksprodukter som produceras med användning av avloppsslam, och därför har kontakt tagits med några företag och organisationer som agerar på marknaden.

Några områden behandlas inte, som till exempel mängden syrekrävande organiskt material, dvs Biochemical Oxygen Demand (BOD). Olika tekniska lösningar och bakteriologiska aspekter jämförs inte, utan bara de biologiska förutsättningarna vad gäller växtnäring och vattenmängder. Varken jordarterna i området eller markens fosfor- och/ eller kaliumstatus har analyserats. Det har inte genomförts någon vattenanalys.

## Material och metoder

Beräkningarna av växtnäringsämnena kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) har baserats på intervjuer som genomförts med de tretton lantbrukare som brukar marken inom Brudbäckens avrinningsområde. Det frågeformulär som använts finner ni längst bak i rapporten, som bilaga 1. Intervjufrågorna gällde allt från vad de köper in till gården (mängder och innehåll av NPK), hur mycket de gödslar respektive skördar, växtföljd, antal djur, till försålda växt- och djurprodukter. Lantbrukarnas siffror har sedan behandlats med hjälp av schablonvärden och beräkningar tagna ur "Beräkningsunderlag för växtnäringstillförsel från stallgödsel, producerad mängd gödsel och lagringsbehov"<sup>18</sup>, dataprogrammet NPK-FLO<sup>19</sup>, och Jordbruksverkets dataprogram för växtnäringsbalansberäkningar STANKs databaser<sup>20</sup>. De olika schablonvärdena och beräkningarna har lagts ihop på ett eget Windows Excel-blad.

Växtnäringsbalanser kan användas som ett medel för att se om det sker en ökning eller minskning av markens växtnäringsstatus<sup>21</sup>. En bortförsel av växtnäring är beroende av markens mineralisering och vittring av närsalter, dvs om man tär på markens förråd. Balansen är en indikator på markens, gårdens eller områdets långsiktiga näringssituation. Den beräknas som differensen mellan import och export av växtnäring. Förutsättningen för att kunna ställa upp en balans är att gården eller området kan avgränsas som en väldefinierad enhet.

---

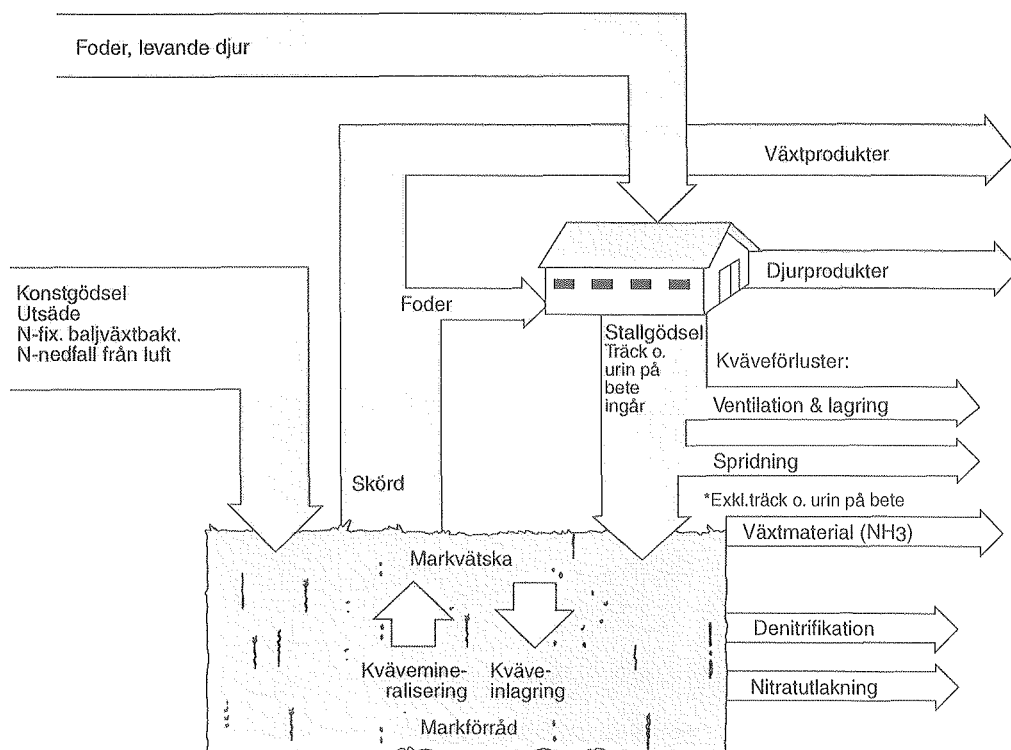
<sup>18</sup> Claesson & Steineck. 1991. Bilaga till Växtnäring, hushållning - miljö. SLU.

<sup>19</sup> Fagerberg, Salomon & Steineck. 1993. SLU.

<sup>20</sup> SJV. STANK 1998. Jordbruksverket.

<sup>21</sup> Olesen & Vester. 1995. Näringsstoffbalanser og energiforbrug. s. 21

Det har gjorts en växtnäringsbalans för varje gård (se Figur 2) och de tretton balanserna har lagts ihop till en "Medelgård", vilken anger flödena N, P, K i kg per hektar för hela åkerarealen på 516 ha inom avrinningsområdet. Jordbrukets utlakning av N har beräknats utifrån grödfördelningen, och därtill har man lagt den uppskattade utlakningen av N och erosionen av P från betes- och skogsmark. Då har man fått en samlad bild av markens läckage av växtnäring till vattnet.



Figur 2. Vaxtnäringsflöden till, inom och från en gård. (Bild Kim Gutekunst, JTI)

Antalet personekvivalenter har beräknats inom de tre avrinningsområdena med hjälp av kommunens kartläggning över sophämtning, där det framgår hur många hus det finns och vilka som ska ha sophämtning hela året<sup>22</sup>. Totalmängderna växtnäring som infiltreras i marken har beräknats genom schablonsiffror som anger mängden vatten och växtnäring som förbrukas respektive avges per person och år.

Den tillgängliga mängden växtnäring och vatten har jämförts med vad som förbrukas, och hur mycket man skulle kunna använda i jordbruket respektive på golfbanan. De teoretiska beräkningarna har jämförts med Miljökontorets analys av vattendragets utsläppsmängder och därefter har det dragits slutsatser av hur mycket växtnäring man skulle kunna "bespara" Brudbäcken och Östersjön och "vinna" för jordbruket, golfbanan och de boende.

<sup>22</sup> Affärsverken AB, Avdelningen för renhållning. Karlskrona kommun. Kontaktperson John Ohlgren.

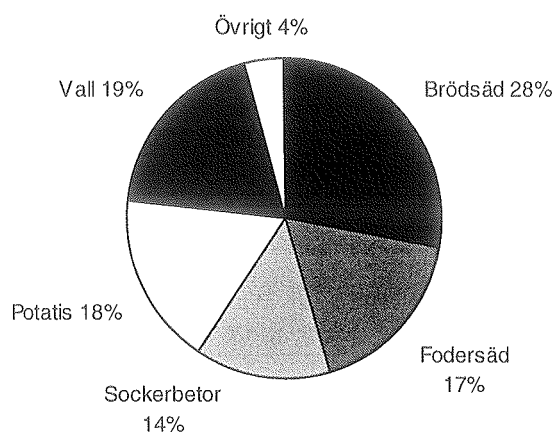
## 2. BRUDBÄCKEN - ETT AVRINNINGSSOMRÅDE

### Områdets karaktär

Brudbäckens avrinningsområde domineras av Ramdalslätten med sitt högproduktiva jordbruk, vilken öppnar sig på båda sidor av E 22:an öster om Karlskrona. Kring slätten ligger det betesmarker, barrskog och ett naturvårdsområde. Avrinningsområdet omfattar 780 ha, av vilket jordbruket utgör 516 ha. Permanentbebyggelsen är relativt gles, medan fritidsbebyggelsen ökar. De kustnära områdena är attraktiva som rekreationsmål, med en badplats och en golfbana. Vikarna håller dock på att växa igen med vass, vilket troligtvis kommer att minska områdets attraktionskraft. Å andra sidan byggs golfbanan ut, vilket kommer att locka fler besökare.

### Jordbruket

Jordbrukets arealfördelning framgår av Figur 3. Det som odlas är främst säd, rotfrukter och vall.



Figur 3. Cirkeldiagram över arealfördelningen mellan olika grödor. Brödsäd innebär höstvetete, vårvete och rågvete. Fodersäd innebär korn och havre. Övrigt innebär grönsaker, majs, vårraps och fruktträd.

Jordbruket lider av försommartorka, beroende på den låga nederbörden, 462-600 mm<sup>23</sup>. Avdunstningen ligger på 400-550 mm<sup>24</sup>.

Matjordslagret består till största delen av enhetlig finmo<sup>25</sup>. Finmojordar har en ganska hög vattenhållande förmåga men är ändå väl-dränerande. De är näringsfattiga jämfört med lerjordar. De är lättbrukade, men ganska tunga vid höga vattenhalter.

<sup>23</sup> SMHI. 1991. Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90. SMHI Meteorologi Nr 81.

SMHI. 1980. Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1931-60 av nederbörd, avdunstning och avrinning.

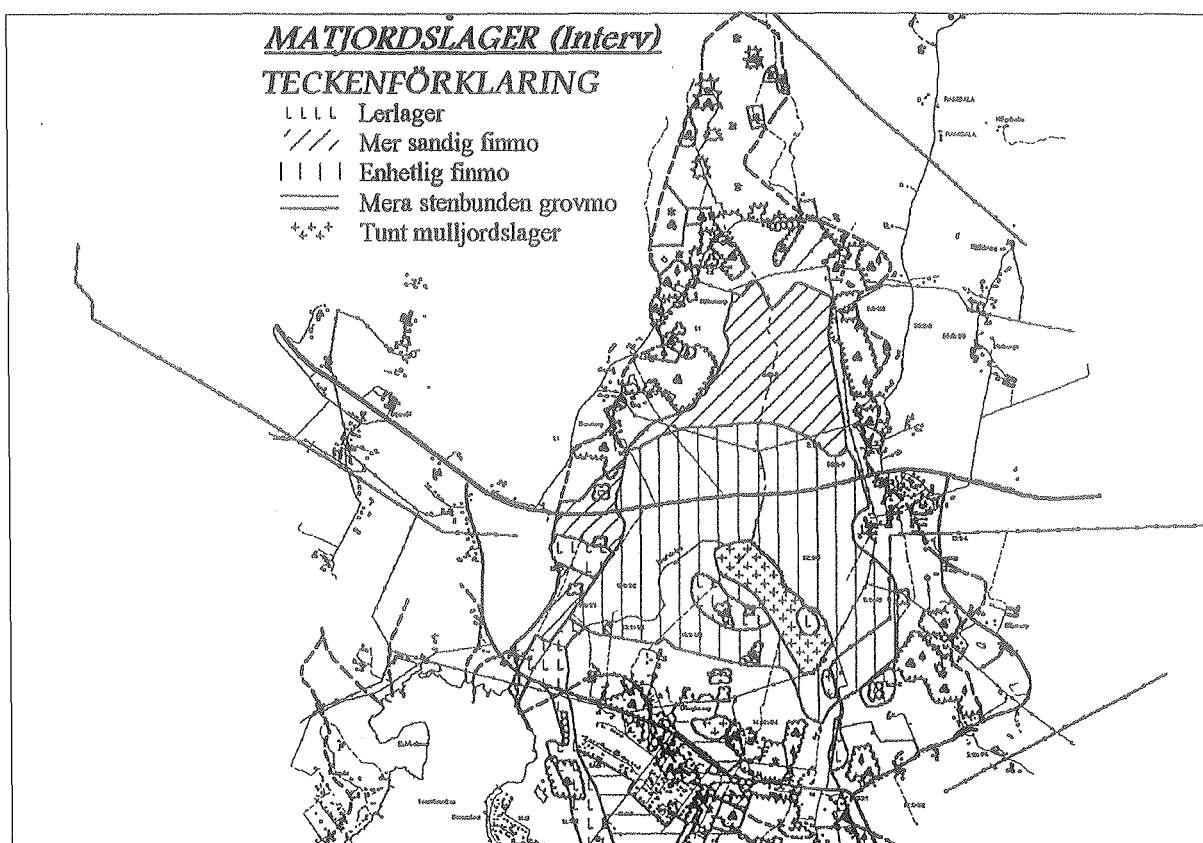
<sup>24</sup> SMHI. 1998. Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige, 1961-1990. SMHI Hydrologi Nr 73.

SMHI. 1980. Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1931-60 av nederbörd, avdunstning och avrinning.

<sup>25</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken.

Inom området förekommer det inslag med högre lerhalt (medelstyv till styv lera), medan andra partier är sandigare. Se markkarta i Figur 4. Alvlagret under största delen av jordbruksmarken består av blålera med inslag av brunlera. Leran finns på ett djup av ca en meter, men går upp i dagen på vissa ställen.

Jordlagret ska ha mätts till 44 m djup ned till berggrunden strax söder om E 22:an. Berggrunden består längst norr i området av morän som i stort sett är opåverkad av svallning. Moränen övergår i sydväst till svallad morän och svallgrus med vissa partier av berg i dagen. Betes- och ängsmarken är förlagd till grovsedimenten, medan åkermarken ligger på finsedimenten.



Figur 4. Markkarta över Brudbäckens avrinningsområde (GIS-karta av Carlsson Drake, 1995).

## De boende

Totalt inom de tre avrinningsområdena finns det ca 2200 personer. Hälften, ca 1100, är fritidsboende och antas befinna sig i området 90 dagar om året. Av dessa är ca 75 personer bosatta i Ramdala och kommunalt anslutna till Ramdala reningsverk, med en närliggande å, Åbyån, som recipient. De övriga hushållen har egna avloppslösningar med mestadels två- eller trekammarbrunn och markinfiltration. Förutom de lantbrukare som har sitt arbete hemma och några pensionärer så pendlar förmodligen de flesta andra vuxna till Karlskrona för att arbeta. Det finns en skola, en bensinstation och en idrottsanläggning i Ramdala, och inom Trummenäsområdet har man en golfbana, en camping och en småbåtshamn <sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Carlsson Drake, Jonas. 1998. Muntligt meddelande.

### 3. PROBLEMBESKRIVNING

Vattenanvändningen inom Brudbäckens avrinningsområde är problematisk både vad gäller **mängden** vatten som används, **hur** vattnet används idag och det framtida **behovet**.

Carlsson Drake har i sina beräkningar av vattenförbrukningen jämfört med uttagsmöjligheterna visat, att det skulle råda en kraftigt negativ vattenbalans inom området vid ett stort vattenuttag för bevattning <sup>27</sup>. Se Tabell 1. Vattenförbrukningen är beräknad på en bevattning av vall, potatis och sockerbetor (totalt 270 hektar 1997) med 100 mm per år, vilket motsvarar 270.000 m<sup>3</sup>. Därutöver tillkommer vatten för djurhållning med 25.000 m<sup>3</sup>, hushåll 28.000 m<sup>3</sup> och fotbollsplan 2.000 m<sup>3</sup> per år. För Trummenäs beräknas golfbanan förbruka 50.000 m<sup>3</sup> och hushållen 22.000 m<sup>3</sup> vatten per år. Möjligheterna till grundvattenuttag är översiktligt undersökta av VBB VIAK år 1994 <sup>28</sup>.

Tabell 1. Maximal vattenförbrukning inom Brudbäckens och Trummenäs avrinningsområden, jämfört med uttagsmöjligheterna

Område	Förbrukning	Uttagsmöjligheter med hänsyn till:	
		Hydrauliska egenskaper	Saltvatteninträngning
Brudbäcken	325 000 m <sup>3</sup>	252 200 m <sup>3</sup>	126 100 m <sup>3</sup>
Trummenäs	72 000 m <sup>3</sup>	63 100 m <sup>3</sup>	31 500 m <sup>3</sup>

Bevattning med 100 mm på ovan nämnda grödor är inte möjligt med uttag av tillgängligt vatten, enligt Tabell 1.

Stora delar av hushållen i Trummenäs avrinningsområde tar sin vattenförsörjning från Brudbäckens avrinningsområde.

De som utnyttjar grundvattnet är dels hushållen och dels jordbruket till dricksvatten till sina djur, och då krävs det inte någon särskild tillståndsprövning. Däremot behöver man söka tillstånd för att få utnyttja grundvatten till bevattning, s.k. vattenföretag, hos vattendomstol <sup>29</sup>. Vattendom förrättas av vattendomstol och den närmaste finns i Växjö. Tillstånd krävs inte om ”det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas”, och det är den enskilde medborgaren själv som avgör ifall några intressen skadas. Länsstyrelsen är tillsynsmyndighet och kan göra bedömningen att vattendom krävs i vissa fall, t.ex. om man har problem med vattentillgång.

#### Nitratanrikning

Dricksvattenbrunnar kan kontamineras av nitrat från markinfiltrationsanläggningar, ifall dessa ligger inom brunnarnas upptagningsområde och brunnarna inte är tillräckligt täta eller djupa. Områden som kan ha problem med nitratförekomst i brunnarna är de närmast viken kring Brudbäckens utlopp.

<sup>27</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken.

<sup>28</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken.

<sup>29</sup> Vattenlagen 4 kapitlet.

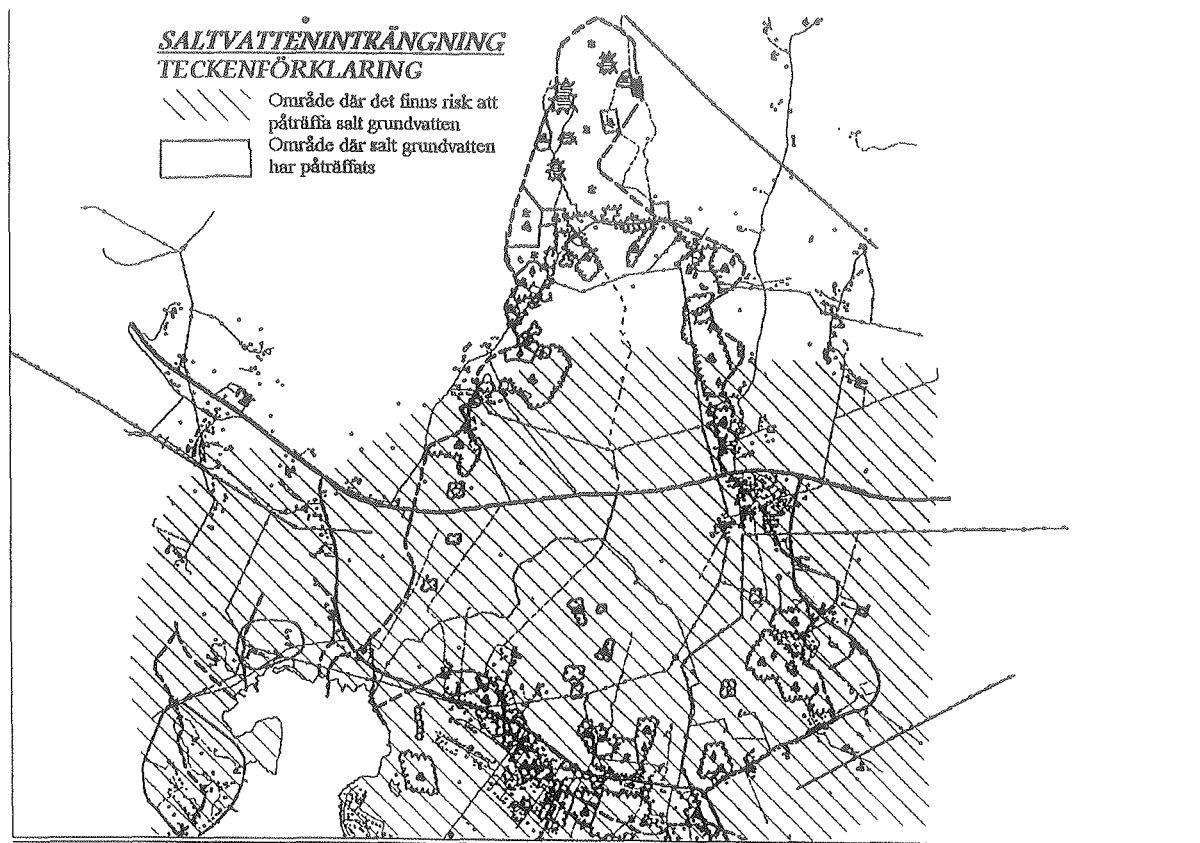


Förhöjda nitrathalter i grundvatten har varit en bidragande orsak till regeringens beslut om åtgärdsprogram för att minska växtnäring förlusterna från jordbruket<sup>30</sup>. Nitrat och nitrit i brunnar är inte önskvärt, eftersom nitrat kan reduceras till nitrit i kroppen (bl.a. hos spädbarn) vilket kan leda till sjukdomen methemoglobinemi, dvs syrebrist i blodet. Nitrit kan också vara en bidragande faktor vid uppkomst av magcancer.

Vid provtagning av brunnsvatten i 161 brunnar i Sölvesborgs kommun mellan 1975-81, visade det sig att 35% av de grävda och 15% av de borrhade brunnarna hade en nitrathalt som översteg dåvarande hälsogränsvärde<sup>31</sup>. Dagens hälsogränsvärde för nitratkväve i grundvatten är 5 mg NO<sub>3</sub>-N per liter vatten för både enskilda och allmänna dricksvattenanläggningar medan 10 mg NO<sub>3</sub>-N per liter vatten motsvarar "tjänligt med anmärkning"<sup>32</sup>. För fosfatfosfor är gränsvärdet grundat på andra skäl än hälsoskäl, och satt till 0,2 mg P per liter vatten.

## Saltvatten

Då uttaget av grundvatten överskrider tillrinningskapaciteten, finns det risk för att saltvatten från Östersjön tränger in i de dricksvattenbrunnar som finns belägna närmast kusten, eller har förbindelse med saltvatten via sprickzoner i berggrunden. I Figur 5 visas en karta med de mest hotade områdena utmärkta.



Figur 5. Karta över områden hotade av saltvatteninträngning i brunnar (GIS-karta av Carlsson Drake).

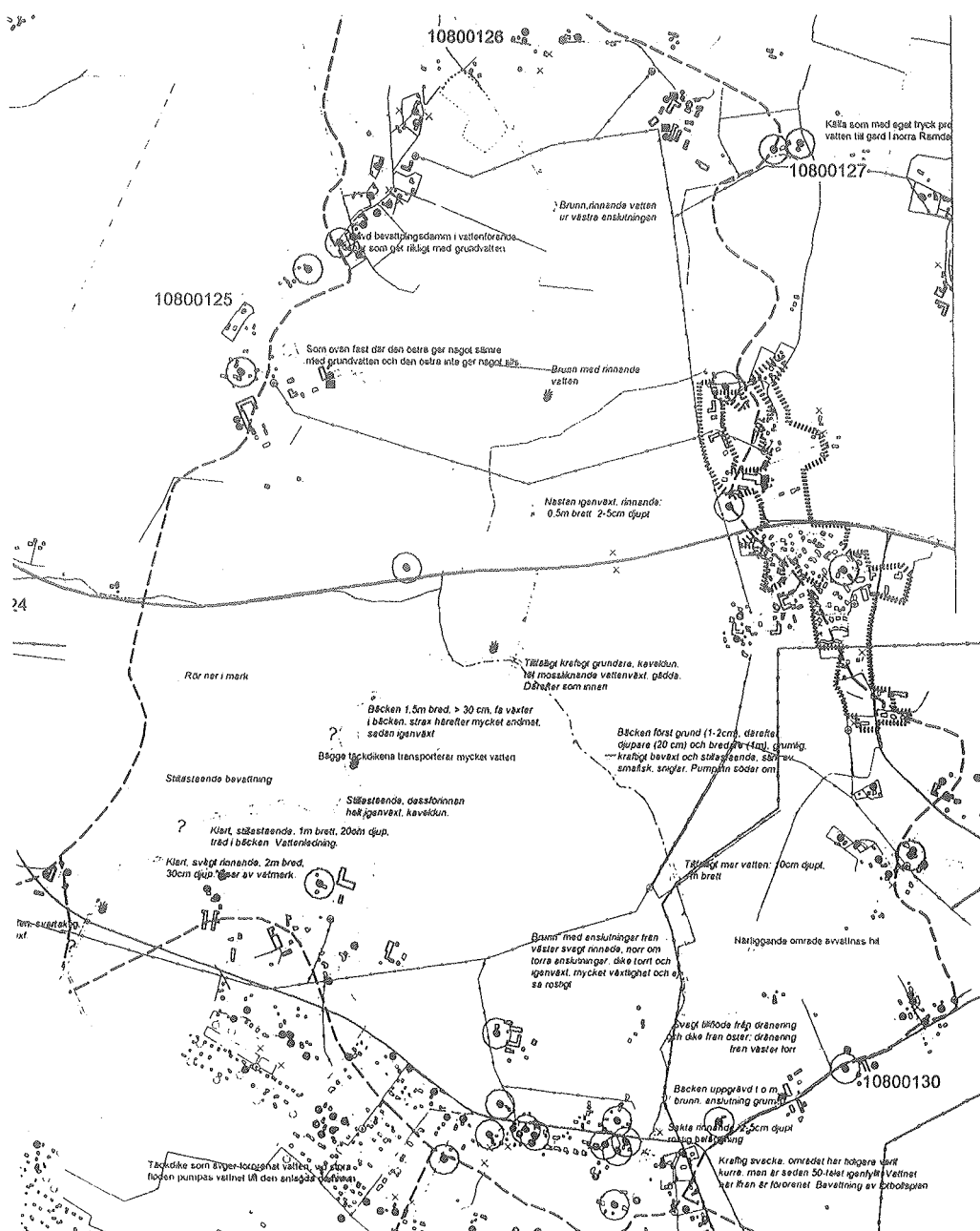
<sup>30</sup> SLV FS. 1993. Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. SLV Författningssamling 1993:35.

<sup>31</sup> Gummesson. 1989. Nitrat i grundvattnen i jordbruksområden. SLU.

<sup>32</sup> SLV FS. 1993. Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. SLV Författningssamling 1993:35.

## Markinfiltration

Bakterien *Escherichia coli* är en indikator på att det kan finnas andra sjukdomsframkallande organismer i vattnet. Hälsogränsvärdet för mikroorganismer i enskilda brunnar är 10 *E. coli* per 100 ml vatten, vilket indikerar en fekal förorening från människor eller djur, t.ex. via avlopp eller gödsel<sup>33</sup>. I Figur 6 visas en karta över området där markinfiltrationsanläggningarna är utmärkta med prickar och brunnarna med upptagningsområde är utmärkta med prickar med en cirkel runtomkring. De flesta problem med grundvattenkvaliteten verkar finnas i ett bälte kring Sturkövägen från Torstäva och österut.



Figur 6. Karta över brunnar och markinfiltration (GIS-karta av Carlsson Drake, 1995).

<sup>33</sup> SLV FS. 1993. Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten. SLV Författningssamling 1993:35.

## Växtnäringsämnen och vattenkvalitet

Organiskt material, kväve, fosfor och bakterier ingår alltid i spillvatten från hushåll. De organiska ämnen som finns i infiltrerat avloppsvatten bryts successivt ned i marken till närsalter som nitrat (kväve), fosfor och kalium. Fosfor förekommer nästan enbart i fosfatform, vilken fastläggs i marken. Fosfor eroderas främst i partikulär form (markpartiklar, lerkorn) från åkermarken. Kalium är lösligt i markvätskan, beroende på vad det finns för andra joner, medan nitrat är mycket lösligt och lakas lätt ut med vattenflöden genom marken. Nitrat hamnar sedan i mark- eller grundvattnet och förflyttar sig med vattnets flöde inom Brudbäcken eller Torstävaviken. Utsläpp av N och P bidrar till övergödning av sjöar, vattendrag och hav. Hushållens infiltration av avloppsvatten och jordbrukets gödsling av åkermarken bidrar alltså till Brudbäckens belastning av växtnäringsämnen. Enligt Naturvårdsverkets *Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag* så är halterna av kväve och fosfor i Brudbäcken långt över Klass 5, vilket är den högsta klassen <sup>34</sup>.

Utsläpp av organiskt material och ammonium kan orsaka syrebrist i vattenrecipienten (Torstävaviken), eftersom syre förbrukas när dessa ämnen bryts ned eller omvandlas av mikroorganismer i vattnet. Denna förändring på lång sikt mot ett näringsrikare tillstånd i vattnet kallas eutrofiering. Exempel på andra effekter som förknippas med eutrofiering i vattenmiljöer är algbloomning, utslagen bottenfauna (syrebristen är störst vid botten) och förändrad artsammansättning. I Torstävaviken har vattnet sedan 1988 haft en syrehalt nära 100%, så även om vattnet är näringsrikt föreligger det inte någon syrebrist (än) <sup>35</sup>.

Växtnäringsämnena som rinner ut i viken med Brudbäcken skulle kunna utnyttjas av jordbruket, vilket också gäller växtnäringsämnena i hushållens avloppsvatten. Enligt Miljökontoret Karlskronas mätningar av vattenkvaliteten i Torstävaviken, är vissa parametrar som salthalt, syrgashalt och grumlighet oförändrade sedan 1988 <sup>36</sup>. Parametrar som är på uppåtgående är totalkväve (tot-N), totalfosfor (tot-P) och organiskt kol, medan många metaller (bl.a. kadmium, kvicksilver och bly) analyserade ur sedimentprover visar en nedåtgående tendens.

En minskning av Brudbäckens närsaltbelastning skulle leda till en förbättrad vattenmiljö i Torstävaviken, vilket skulle bidra till att politiska mål som 'Agenda 21 för Östersjön' och HELCOM-överenskommelsen om halvering av kväveutsläppen till Östersjön, skulle närma sig sin uppfyllelse.

<sup>34</sup> NV. 1990. *Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag*. NV AR 90:4

<sup>35</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1996. *Inre kustvatten*. s. 15

<sup>36</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1996. *Inre kustvatten*. s. 15

## 4. LITTERATURÖVERSIKT

### Sammanfattning av hinder och möjligheter för kretslopp av växtnäring i Sverige

#### *Möjligheter*

Växtnäringsbalanser är viktiga instrument som ger möjlighet att överblicka växtnäringsstillståndet inom ett avgränsat område. De visar var växtnäringen finns, ifall det råder överskott eller underskott och vilka flöden som är stora respektive små. För att upprätta en växtnäringsbalans behöver man en mängd aktuella uppgifter, vilket visar på vikten av kontinuerliga mätningar av rådande miljötillstånd inom olika områden. Exempel på data som möjliggör upprättandet av växtnäringsbalanser är flödesmätningar i vattendrag och analyser av växtnäringsämnenas koncentration i vattnet. Växtnäringsutlakning från åkermark, betesmark, skogsmark, golfbanor och hushåll redovisas såsom bakgrunds- och referensvärde till de framräknade värdena i växtnäringsbalansen. Denna jämförelse ger en proportion på balansens framtagna värden och visar på vilka flöden som är högre än genomsnittet.

Alternativ hantering av humanavlopp innebär en viktig potential för kretsloppsanpassning av växtnäringsflöden, eftersom växtnäring efter insamling och hygienisering kan återföras direkt till marken och utnyttjas i lantbruket. Flera exempel på alternativ avloppshantering jämförs. En metod för stabilisering och hygienisering av slamformigt organiskt material är våtkompostering, vilket ger en stabil gödselprodukt och en viss värmeproduktion.

Lagar gällande hantering och spridning av slam skall ge en möjlighet till successiv ökning av slammets utnyttjande och ett skydd för jordbruksmarken. Slamöverenskommelsen mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket har som mål att stimulera användningen av kvalitetssäkrat avloppsslam i jordbruket. Internationella och nationella politiska miljömål och program visar på en politisk vilja att sluta kretsloppen och minska växtnäringsförlusterna till luft och vatten.

#### *Hinder*

Ett av hindren för kretslopp av växtnäring är att det saknas bedömningsgrunder för mindre vattendrag (av Brudbäckens storlek) och även för inre kustvatten gällande gränsvärden och tillåtna halter av växtnäringsämnen i vatten. Om det fanns gränsvärden så skulle hårt belastade vattendrag åtgärdats tidigare.

De flesta alternativa avloppshanteringssystem är ännu under prövning och utvärdering, och vissa har nackdelar såsom höga kostnader och bristande teknisk funktion. Användningen av avloppsslam innebär ännu potentiella risker, såsom hälsorisker och anrikning av miljöstörande ämnen (t.ex. tungmetaller) i åkermark eller omgivande natur.

Marknaden innebär ett hinder för kretslopp av växtnäring, då företag som Cerealia och Arla inte accepterar att deras råvaruproducenter utnyttjar avloppsslam som gödsel. Företagen i sin tur hänvisar till konsumenterna, vars oro för det okända och ovilja att köpa produkter som odlats på slamgödslad mark innebär ett hinder för försäljning av dessa produkter.

## Växtnäringsbalanser

Växtnäringsbalanser har använts sedan slutet av 1980-talet för att ge en tydlig bild över växtnäringsstillståndet och tendenser till förändringar av växtnäringsstillståndet framåt i tiden. De ger en omedelbar upplysning om överskott eller underskott. Växtnäringsbalanser är ett viktigt instrument för planering och beslutsfattande, eftersom de visar var växtnäringen finns och vilka möjligheter det finns att hushålla med den. Växtnäringsbalanser kan utföras på olika nivåer och ska göras på den nivå som bäst täcker behovet av beslutsunderlag: internationell, nationell, regional, kommunal, gårds-, fält- eller djurnivå. I det här arbetet uppställs en växtnäringsbalans på avrinningsområdesnivå.

Exempel på andra arbeten där växtnäringsbalansen använts som verktyg är

- Växtnäring, hushållning - miljö. Claesson & Steineck. 1991.
- Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde - beräkning av olika källors bidrag till växtnäringsläckaget. Borg. 1993.
- Näeringsstoffbalanser og energiforbrug i økologisk jordbrug. Olesen & Vester. 1995.
- Östhammars kretsloppsverk. Växtnäringsflöden och kretsloppssystem för avlopp i Östhammars kommun. Ridderstolpe & Salomon. 1995.
- Växtnäringsbalans, betydelse för ekonomi och miljö! Olsson. 1996.
- Växtnäringsflöden & kretsloppsbaserade tekniker på Sånga-Säby. Tidåker. 1996.
- BEAROP in Estonia. Agricultural Run-off Management Land Report of Estonia. 1997.
- BEAROP in Latvia. Agricultural Run-off Management Land Report of Latvia. 1997.
- BEAROP in Lithuania. Agricultural Run-off Management Land Report of Lithuania. 1997.
- Model analysis of environmental impact from two hypothetical agricultural production systems in Sweden, Denmark and Lithuania in the years 2010 and 2030. Baltic 21 - Agriculture. Löfgren, Steineck & Carlson. 1998. JTI.
- Agricultural development and nutrient flows in the Baltic states and Sweden after 1988. Löfgren, Gustafson, Steineck & Stålnacke. 1998. Accepted by Ambio 1998.

## Vatten- och växtnäringsbalans över Blekinge

Enligt undersökningen av "Typområden på jordbruksmark (JRK)" var de beräknade arealförlusterna av kväve under det agrohydrologiska året 94/95 i medeltal drygt 40 kg per hektar i Götalands slätt- och mellanbygder<sup>1</sup>. Arealförlusterna av fosfor varierade mellan 0,1 och 0,8 kg per hektar, för typområden i hela Sverige. Dessa värden stämmer väl med de värden på utsläpp som använts i detta arbete, nämligen 43 kg N per hektar och 0,8 kg P per hektar för åkermark. Generellt var dock fosforförlusterna större från lerområden i norra Götaland och Svealand än från södra Götalands moränleror och lättare jordar. Avrinningen under det agrohydrologiska året 94/95 var dock högre (i vissa fall 50% högre) än medelvärdet för tidigare år, beroende på en torr sommar och hög avrinning under resten av året. Detta ledde till att kväveförlusterna blev större än medelvärdet för hela undersökningsperioderna.

---

<sup>1</sup> Kyllmar & Johnsson. 1996. Typområden på jordbruksmark (JRK). SLU. s. 6

I tabell 2 jämförs avrinning i mm och totala årstransporter av totalkväve (tot-N) och totalfosfor (tot-P) för Götalands södra slättbygder (Gss), Götalands mellanbygder (Gmb) och Brudbäcken:

*Tabell 2. Årsavrinning (mm) och totala årstransporter av kväve och fosfor (100 x kg/km<sup>2</sup>) fördelade över avrinningsområdenas hela areal. Långtidsmedelvärden fram till 94/95 för Gss och Gmb<sup>2</sup>, 93/94 års medelvärden för Brudbäcken*

Område	Avrinning, mm	tot-N	tot-P
Götalands södra slättbygder	344	32	0,45
Götalands mellanbygder	245	26	0,4
Brudbäcken	50 - 200	46 (23)	0,6 (0,3)

Värdena för tot-N och tot-P för Brudbäcken är framräknade enligt Karlskrona Miljökontors analyser och flödesmätningar<sup>3</sup>. Deras analyser är troligtvis korrekta, medan flödesmätningarna kan ifrågasättas<sup>4</sup>. Värdena för tot-N och tot-P borde snarare ligga nära värdena satta i parentes.

Avrinningen är baserad på SMHIs nederbörds- och avdunstningsdata<sup>5</sup>. SMHI har även uppskattningar över avrinningen i olika delar av landet, vilket är 6 liter per sekund och km<sup>2</sup> för Blekinge<sup>6</sup>.

6 liter x 7,8 km<sup>2</sup> x 86400 s/dygn x 365 dygn = 1 475 885 m<sup>3</sup> vatten till avrinning per år från Brudbäckens avrinningsområde.

Det motsvarar 189 mm avrinning (för 780 ha), vilket stämmer väl med nederbörd - avdunstningsintervallet i tabellen.

Man kan ifrågasätta de höga halterna av tot-N och tot-P i Brudbäcken. Dessa är beräknade av Miljökontoret i Karlskrona, då de multiplicerat den analyserade halten av kväve och fosfor ur vattenprover med uppskattade vattenflöden i bäcken. Ifall vattenflödet överskattas, så överskattas även totalmängderna kväve och fosfor som rinner ut i bäckvattnet. Deras uppskattning av vattenflödet baseras på vattenståndet, vilket kontrolleras en gång i månaden (oftare under vårflood och perioder av högt vattenstånd)<sup>7</sup>. Vattenståndet kan dock tidvis vara högre p.g.a. en höjning av vattnet i Östersjön, med resultat att bäckens eget flöde överskattas. Jonas Carlsson Drake har konstaterat att vatten utifrån viken kan höja bäckens vattennivå så mycket som 200 m inåt land<sup>8</sup>.

<sup>2</sup> Kyllmar & Johnsson. 1996. Typområden på jordbruksmark (JRK). SLU. s. 6

<sup>3</sup> Miljökontoret Karlskrona. 1994. Transport av närsalter.

<sup>4</sup> Hoffmann, Markus. 1998. Muntligt meddelande. SLU.

<sup>5</sup> SMHI. 1980. Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1931-60... SMHI Rapport Nr RMK 18.

SMHI. 1991. Temperaturen och nederbörden i Sverige, 1961-90. SMHI Meteorologi Nr 81.

SMHI. 1998. Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige, 1961-1990. SMHI Hydrologi Nr 73.

<sup>6</sup> Brandt, Jutman & Alexandersson. 1994. Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961-1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning. SMHI.

<sup>7</sup> Karlsson, Bo. 1998. Muntligt meddelande. Miljökontoret Karlskrona.

<sup>8</sup> Carlsson Drake, Jonas. 1998. Muntligt meddelande.

Enligt Miljökontorets flödesmätningar under 1985-94, så har Brudbäcken en medelvattenföring på 14,8 liter per sekund, km<sup>2</sup> och år<sup>9</sup>, vilket är mer än det dubbla jämfört med SMHIs avrinningsvärde (6 l/s\*km<sup>2</sup>). Om man tittar på diagrammet över medelvattenföring per månad i Miljökontorets rapport<sup>10</sup>, så får man fram en sammanlagd årsvattenföring på över 400 mm, vilket är nästan motsvarande områdets nederbörd - dvs orealistiskt.

Årsvattenföringen enligt tabell 2 ligger kring 50-200 mm per år, och man skulle alltså kunna **halvera** Miljökontorets värden över vattenföring, tot-N och tot-P. Dessa värden står angivna i (parentes) i tabell 2. I det här arbetet används värdet 6 liter per sekund och km<sup>2</sup> för medelvattenföringen i området.

Man kan jämföra Brudbäckens utsläpp av tot-N och tot-P med två andra vattendrag vilka undersökts av Miljökontoret; Nättrabyån och Lyckebyån. I dessa två år har det skett en kontinuerlig flödesmätning av vattnet, vilket ger mycket säkrare siffror på vattenföringen och därmed även utsläppen av totalhalter av kväve och fosfor. I sammanställningen av 1993 års närsalttransport kan man se att Brudbäcken släpper ut 44 kg N per hektar, medan Nättrabyån och Lyckebyån vardera släpper ut ca 2 kg N per hektar<sup>11</sup>.

## Växtnäringsutlakning från olika källor inom avrinningsområdet

### *Växtnäringsutlakning från åkermark, betesmark och skogsmark*

Claesson & Steineck (1991) redovisar nitratutlakningen från olika odlingssystem<sup>12</sup>. Angivna värden är medeltal för lätta och styva jordar över hela landet. Nitratutlakningen från åkermark är uppskattad efter närliggande mätningar i fält och motsvarar 18 kg per hektar och år.

Bakgrundsläckaget från en gräsmark är mellan 2 och 7 kg N per hektar och år, beroende på dräneringsområde<sup>13</sup>. Utlakningen respektive avrinningen för extensiv vall och betesmark för Brudbäckens område har antagits vara 5 kg N<sup>14</sup> och 0,2 kg P<sup>15</sup> per hektar och år.

Nitratutlakningen från skogsmark anses ligga mellan 2 och 10 kg per hektar och år. Enligt Naturvårdsverket (1997) ligger bakgrundsläckaget av kväve för skogsmark, oberoende av själva brukandet av skogen, på 1-4 kg N per hektar och år<sup>16</sup>. Varje år brukas 1-2% skog genom avverkning, markberedning, gallring m.m. varvid utlakningen kan öka uppemot 16 kg N per hektar och år. Bakgrundsläckaget av fosfor från skogsmark uppgår normalt till 0,04-0,12 kg P per hektar och år, med större förluster i samband med hög avrinning<sup>17</sup>. För Öresundsområdet har medelutlakningen av kväve och fosfor beräknats till 2,15 kg N och 0,05 kg P per hektar och år<sup>18</sup>, och det är dessa värden som använts för Brudbäckens del.

<sup>9</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken. Sammanställt enligt Miljökontoret Karlskronas rapporter "Transport av närsalter". Årgångarna 1986-94.

<sup>10</sup> Miljökontoret Karlskrona. 1994. Transport av närsalter. s. 18

<sup>11</sup> Miljökontoret Karlskrona. 1994. Transport av närsalter. s. 8

<sup>12</sup> Claesson & Steineck. 1991. Växtnäring, hushållning - miljö. SLU.

<sup>13</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736. s. 21

<sup>14</sup> Johnsson & Hoffmann. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark. NV 4741.

<sup>15</sup> Adolfsson Jörby. 1994. Närsalter till Torstävaviken. s. 20

<sup>16</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736. s. 95

<sup>17</sup> Löfgren. 1993. Jordbrukets inverkan på yt- och grundvatten. NV rapport 4150, s. 10.

<sup>18</sup> Löfgren & Olsson. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. NV rapport 3692.

### *Växtnäringsutlakning från golfbanor*

Utlakningen från golfbanor har mätts av Svenska Golf förbundet (SGF) och redovisats i ett examensarbete av Lundström (1992). Intervallerna av utsläpp av kväve och fosfor från två försöksområden (St Arild i Höganäs och A2 i Jönköping) var, under sommarhalvåret 1991 0,1-1,2 kg N per hektar och 0,006-0,03 kg P per hektar<sup>19</sup>. Utlakningen av nitratkväve skulle alltså kunna uppgå till 4 kg per hektar och år. Gödselgivorna var då i medeltal 470 kg N, 47 kg P och 349 kg K per hektar. Dessa värden på utlakning stämmer mycket väl överens med utländska studier<sup>20</sup>. I SGFs Banskötselhandbok från 1992 anges att deras försöksverksamhet på greener ska ha resulterat i en utlakning av 0,12 kg N per hektar och 0,004 kg P per hektar<sup>21</sup>, vilket ungefär motsvarar Lundströms lägre siffror på utlakning. I och med att gödselgivorna varierar så varierar därmed även utlakningen.

Att utlakningen är så låg beror på överlagringen av jord med fin textur över jord med grövre textur, vilket skapar en "hängande vattenbädd" som släpper ifrån sig mycket litet vatten och näring nedåt i marken<sup>22</sup>. Utlakning sker då främst vintertid och vid extrema höstregn. Utöver utlakningen kan kväve även avgå som ammoniak, vilket kan uppgå till 25 kg N per hektar och år<sup>23</sup>.

Enligt Naturvårdsverkets informationsskrift om golfbanor, så är det ett allmänt mål att växtnäringsläckaget från golfbanor inte bör vara större än från skogsmark. Gränsvärdet för läckage från skogsmark är att det på sikt inte bör överskrida 0,5-2,5 kg N per hektar och år som ett regionalt genomsnitt<sup>24</sup>. NV har inte gjort några egna provmätningar av utlakningen från golfbanor, utan hänvisar till SGFs provtagning.

För bevattning av golfbanor av Trummenäs storlek krävs en genomsnittlig dimensionering på bevattningsdammar om ca 50.000 m<sup>3</sup>. Golfbanan avdunstar grovt räknat 3 mm per dag, vilket gäller både green och fairway<sup>25</sup>.

### *Växtnäringsutsläpp från hushåll*

När det gäller sammansättningen av avloppsvatten från hushåll, finns det många undersökningar gjorda. Två av de senaste och bredaste sammanställningarna, vilka är resultat av litteraturstudier i ämnet tas upp i Tabell 3. Det är Anderssons (1992) och Naturvårdsverkets (1995) rapporter. Utöver det tas det hänsyn till nyare uppgifter från Malmkvist (1998) på Boverket i Karlskrona. Med avloppsvatten menas här både Bad-, Disk- och Tvättvatten (BDT-vatten) samt urin och fekalier (svartvatten) blandat.

Mängden syreförbrukande organiskt material anges som BOD<sub>7</sub>, Biochemical Oxygen Demand. BOD har inte räknats med i sammanställningen av avloppsvattnet från Brudbäckens område, men finns med här som en variabel, för eventuella framtida beräkningar.

---

<sup>19</sup> Lundström. 1992. Växtnäringsutlakning från golfgreener. SLU. s. 17-19

<sup>20</sup> Spjut, Tomas. 1998. Muntligt meddelande. Bankonsulent.

<sup>21</sup> SGF. 1992. Svenska Golf förbundets Banskötselhandbok.

<sup>22</sup> Spjut, Tomas. 1998. Muntligt meddelande. Bankonsulent.

<sup>23</sup> Lundström. 1992. Växtnäringsutlakning från golfgreener. SLU. s. 16

<sup>24</sup> NV. 1993. Golfbanor. Naturvårdsverket informerar.

<sup>25</sup> Spjut, Tomas. 1998. Muntligt meddelande. Bankonsulent.



Tabell 3. Innehåll av N, P, K och BOD<sub>7</sub>, i avloppsvatten från hushåll, i g per person och dygn

	tot-N	tot-P	K	BOD <sub>7</sub>
Andersson. SLU, 1992. <sup>26</sup>	16	3,3	-	-
NV, 1995. <sup>27</sup>	13,5	2,1	4	48
Malmkvist. Boverket, 1998. <sup>28</sup>	12	2,5	4	70

De siffror som slutligen använts för Brudbäckens del är Naturvårdsverkets, då de bygger på både en litteraturstudie och försök. Siffrorna skiljer sig dock inte så mycket från varandra, och eftersom antalet personer inom Brudbäckens område är angivna, så är det lätt att räkna om den totala produktionen vid behov.

Näringsämnena i hushållsavloppet är fördelade på urin, fekalier och BDT-vatten. Kväve finns till ca 80% i urin, 10 % i fekalier och 10% i BDT-vatten<sup>29</sup>. Fosfor finns till ca 50% i urin, 25% i fekalier och 25% i BDT-vatten, varav 2/3 kommer från rengöringsmedel. Kalium finns till ca 60% i urin, 30% i fekalier och 10% i BDT-vatten.

## Bedömningsgrunder för små vattendrag och inre kustvatten

Enligt Naturvårdsverkets "Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag" så är halterna av kväve och fosfor i Brudbäcken långt över Klass 5, vilket är den högsta klassen<sup>30</sup>. Beteckningarna lyder "Mycket höga kvävehalter" och "Mycket näringsrikt tillstånd" (gäller fosfor). Enligt Hoffmann<sup>31</sup> så är dessa bedömningsgrunder dock främst aktuella för mycket större vattendrag än Brudbäcken, och kan alltså inte tillämpas på dess utsläpp. För den typen av vattendrag som Brudbäcken representerar, dvs en kraftigt eutrofierad bäck i en utpräglad jordbruksbygd, måste man göra en avvägning mellan skyddsvärdet och markanvändningens intressen<sup>32</sup>. Detta förutsätts ske vid länsstyrelsen samt vid den kommunala planeringen av mark- och vattenanvändningen enligt plan- och bygglagen.

Regeringen har beslutat att föroreningar i vattnet inte skall begränsa användningen av vatten från sjöar och vattendrag samt grundvatten som vattentäkt<sup>33</sup>. Grundvatten ska skyddas mot såväl kemiska och biologiska föroreningar som mot överuttag. Uttag får inte medföra sådana grundvattensänkningar att andra intressen skadas eller att saltvatten kan tränga in i grundvattenmagasinet. Exempel på ett typområde vars dricksvattenförsörjning hotas av överuttag är permanentade fritidsområden i skärgården. Inom EU pågår arbete för att ta fram ett ramdirektiv för vatten.

I Sverige är bedömningsgrunder för inre kustvatten under arbete. För tillfället finns det inga bedömningsgrunder att jämföra kustvattnets kvalitet med, eftersom bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag endast gäller med tydliga reservationer i bräckvatten.

<sup>26</sup> Andersson. 1992. Slam från enskilda avlopp. SLU.

<sup>27</sup> Sundberg. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? NV Rapport 4425. s. 9

<sup>28</sup> Malmkvist, Yngve. 1998. Muntligt meddelande. Boverket, Karlskrona.

<sup>29</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736.

<sup>30</sup> NV. 1990. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. NV AR 90:4

<sup>31</sup> Hoffmann, Markus. 1998. Muntligt meddelande. SLU.

<sup>32</sup> NV. 1993. Vatten, avlopp och miljö. Naturvårdsverkets Rapport 4207. s. 18

<sup>33</sup> NV. 1997. Ren luft och gröna skogar. NV Rapport 4765. s. 52

Karlskrona kommun har ingen särskild strategi vad gäller utsläpp av närsalter<sup>34</sup>. Enligt Miljökontorets mätningar har dock syrgasmättnaden i Torstävaviken legat nära 100% vid flertalet provtagningstillfällen<sup>35</sup>.

## Alternativ avloppshantering

Ett avloppssystem bör uppfylla följande kriterier<sup>36</sup>:

- Hälsoskydd
- Skydd mot smittspridning, hygienisk säkerhet
- Miljö/ recipientskydd
- Resurshushållning av bl.a. energi, växtnäringsåterföring
- Användarvänlighet och säker funktion. Teknisk robusthet
- Social acceptans
- Ekonomi

### *Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse*

1997 utvärderades sex olika avloppssystem med avseende på teknisk funktion, miljöbelastning, grad av näringsåterföring, smittspridningsrisk, attityder och ekonomi<sup>37</sup>.

De avloppslösningar som studerades var:

1. Urinsortering med lokal fekaliehantering och med en urintank per fastighet, alternativt en stor, central uppsamlings- och hygieniseringstank.
2. Urinsortering med fekalie- och gråvattenrening i reningsverk.
3. Vakuumsystem.
4. Snålspolande/ urinsortering för vattenbesparing.
5. Urinsortering med torr fekaliehantering.
6. Konventionellt avloppsreningsverk.

Vid utvärderingen visade det sig att system med urinsorterande toaletter genomgående uppfyllde de ovan nämnda kriterierna väl. De kan därför vara lämpliga att använda i framtiden. Nuvarande urinsorterande toalettstolar har dock brister beträffande teknisk funktion och kostnad. Enligt de kostnadsberäkningar som gjorts, visar undersökningen på att de kretsloppsanpassade alternativen blir billigare för de boende på lång sikt. Återföring av tot-N beräknas vara 3-5 gånger större i de kretsloppsanpassade systemen jämfört med konventionellt reningsverk förutsatt att allt slam återförs. Återföringen av fosfor har beräknats vara lika stor från alla systemen, under förutsättningen att allt slam återförs till jordbruket. Idag återförs betydligt mindre fosfor eftersom endast ca 30% av slammet sprids på åkermark.

För att återförsel av näringsämnen i avloppsvatten till lantbruket ska komma till stånd, måste lantbrukarna och konsumenterna acceptera restprodukterna som gödselmedel. Enligt litteraturen och ett flertal mätningar är källsorterad urin mycket ren från tungmetaller<sup>38</sup>.

<sup>34</sup> Karlsson, Bo. 1998. Muntligt meddelande. Miljökontoret Karlskrona kommun.

<sup>35</sup> Miljökontoret Karlskrona. 1996. Inre kustvatten. s. 15

<sup>36</sup> Norin. 1996. Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem. JTI rapport nr 5.

NV. 1997. Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. NV Rapport 4847.

<sup>37</sup> NV. 1997. Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. NV Rapport 4847.

<sup>38</sup> NV. 1997. Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. NV Rapport 4847.

Så länge avlopp från hushåll inte beblandas med avlopp från industri eller dagvatten, borde även slam från konventionellt blandat avloppsvatten uppfylla de renhetskrav som ställs enligt slamöverenskommelsen mellan LRF, NV och VAV<sup>39</sup>. En viktig slutsats från hela projektet är att systemen måste provas och utvärderas innan de byggs i stor skala.

En avgörande faktor vid val av kretsloppsanpassat avloppssystem är de boendes attityder<sup>40</sup>. En attitydundersökning i Tanum, Norrtälje och Kävlinge visade att de boende

- generellt sett är miljömedvetna
- oftast är positiva till kretsloppsanpassade toalettsystem om man vet att det är positivt för miljön
- är oroliga för extra kostnader i samband med byte av toalettsystem
- inte vill ha extra arbete, lukt- eller bullerolägenhet från toaletten.

### *Gotlandsmodellen*

På Gotland har det sedan 1980 skett bevattning med behandlat avloppsvatten, vilket utvärderades av Gotlands kommun 1996<sup>41</sup>. Sammanlagt får 500 personer samt ett mejeri sitt avloppsvatten renat enligt Gotlandsmodellen, den enda anläggningen i sitt slag i Sverige idag. Från början var det de höga utsläppen från reningsverken till känsliga vattendrag samt lantbrukarnas behov av bevattningsvatten som gjorde att man började se avloppsvattnet som en resurs. Samtidigt som lantbrukarna blir mindre beroende av nederbörden, får kommunen en enkel samt billig behandling av avloppsvatten. Idag bevattnar man spannmål, oljeväxter, sockerbetor och vall med behandlat avloppsvatten.

Varje bevattningsanläggning består av två biodammar med mekanisk-biologisk rening och två-tre lagringsdammar. Idag finns det tre större dammsystem i drift, genom vilka man får medelreduktionsvärden av N-tot om 72%, P-tot 76% och BOD<sub>7</sub> 94%. Det renade avloppsvattnet innehåller i medeltal 7 mg kväve och 1,6 mg fosfor per liter. Mycket av fosfor försvinner ur vattenfasen genom upptagning och bindning i slammet, medan en del av kvävet avgår som fri kvävgas. I biodammarna sker intensiva biologiska processer som avdödar bakterier relativt effektivt. Vattnet är efter lagringen av god kvalitet och skulle klassas som "Med tvekan tjänligt" vid strandbad. Vattnet bör lagras i fem månader för att patogener (sjukdomsalstrande mikroorganismer) ska försvinna. Mikrobiologiska analyser har gjorts på bevattnad respektive ej bevattnad grönmassa, med resultat att det inte kunde påvisas att den 'avloppsbevattnade' grödan skulle vara avloppspåverkad eller innehålla ett förhöjt antal mikroorganismer. Syrebrist har uppstått under kalla vintrar då is har bildats på dammarna. Man skulle ha kunnat montera en omrörare i lagringsdammarna för att förbättra syretillförseln.

### *Understenshöjden*

Det ekologiskt anpassade bostadsområdet Understenshöjden i Stockholm stod färdigt 1995 och består av 44 hushåll<sup>42</sup>. Hushållen är anslutna till kommunal dricksvattenförsörjning medan avloppet tas om hand lokalt. Detta görs via urinsorterande toaletter med lokal uppsamling i

<sup>39</sup> NV. 1996. Överenskommelsen om slamanvändningen i jordbruket mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket. NV Rapport 4665.

<sup>40</sup> NV. 1997. Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. NV Rapport 4847.

<sup>41</sup> Gatukontoret Visby. 1996. Bevattning med avloppsvatten enligt gotlandsmodellen. Gotlands kommun.

<sup>42</sup> HSB. 1998. Utveckling av hållbara VA-system. Manuskript.

tankar och en lokal rening av fekalier och BDT-vatten i ett minireningsverk bestående av två biobäddar med efterföljande desinfektion i en UV-enhet. Det renade vattnet har sedan avsetts att ledas ut via en lecabädd i ett damm- och dikessystem. Vattnet i de dammar som släpps ut uppfyller de hygieniska kraven för strandbad, men då innefattas inte bedömningar för smittspridning via virus. Det finns möjlighet att leda över avloppsvatten som inte uppfyller reningskraven till det angränsande kommunala avloppsnätet.

De gränsvärden som finns uppställda för utsläpp av renat avloppsvatten från Understenshöjden är 0,5 mg tot-P och 15 mg BOD<sub>7</sub> per liter vatten<sup>43</sup>. Det finns för närvarande inget krav på gränsvärde för kväveutsläpp. För att klara haltkravet på fosfor krävs det åtgärder i form av antingen kemisk fällning eller en noggrann styrning av balanserna mellan kol, kväve och fosfor<sup>44</sup>. Några lärdomar av projektet är att man måste kunna genomföra mätningar av såväl ingående som utgående mängder närsalter och miljöstörande ämnen, ha en kontinuerlig flödesmätning och att man på ett tidigt stadium tar beslut om avsättning av de avloppsfraktioner som produceras.

### *Fler exempel på lokala lösningar för slamhantering*

Här följer några exempel på områden där det sker försök med lokal hantering och spridning av slam från enskilda avlopp<sup>45</sup>.

- På Fårö i Gotland drivs ett projekt sedan 1997 där en grupp bönder skriver kontrakt med intresserade hushåll, avseende utnyttjande av deras avloppsslam. Tömningen av brunnar kommer ske sommartid med spridning våren därefter. Arla medverkar i projektet och har gett dispens till de två mjölkproducenter som finns på Fårö att medverka i projektet.
- I byarna Hulta, Sandebo och Dänskebo i Östergötland har man bildat en kretsloppsförening där man under åren 1994-96 har analyserat slammet och därefter spridit det på åkermark. Under 1997 visade analyserna på en alltför hög kopparhalt, varför man inte spred något slam.
- I Nacka kommun, Södermanland, pågår ett projekt där man avser samla in slammet från slutna tankar hos ca 100 hushåll under sommartid för att sprida och bruka ned det direkt. Projektet drivs av kommunen tillsammans med LRF.
- I Örebro kommun, Närke, pågår försök med insamling av slam från enskilda avlopp för spridning i salixodling.
- I Avesta kommun, Dalarna, pågår försök med spridning av oavvattnat slam från mindre avloppsreningsverk, trekammarbrunnar och slutna tankar. Slammet provtas och analyseras, varpå det sprids (injekteras) på 15 cm djup med ett myllningsaggregat kopplat till en traktor.
- I Häggdånger och Ramvik, Ångermanland, pågår ett projekt med lokalt omhändertagande av hushållsslam från trekammarbrunnar. Tömningsavgiften är lägre för de hushåll som väljer en lokal entreprenör, som ser till att slammet sprids på omställningsmark.

<sup>43</sup> Larsson, Anna. 1998. Muntligt meddelande. HSB.

<sup>44</sup> HSB. 1998. Utveckling av hållbara VA-system. Manuskript.

<sup>45</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU. s. 37-40

## Risker med avloppsslam

Enligt en litteraturstudie över användningen av avloppsslam i jordbruket, kan de potentiella riskerna förknippade med avloppsslam sammanfattas i fyra punkter <sup>46</sup>:

1. Hälsorisker pga ökad exponering för patogener eller skadliga ämnen som tagits upp av grödan.
2. Långsiktig förstöring av åkermark genom anrikning av miljöstörande ämnen i marken.
3. Störningar i den omgivande naturen orsakade av ämnen och mikroorganismer i slammet.
4. Människors oro för det okända och ovilja att köpa produkter som odlats på slamgödslad mark.

Den sista punkten gällande människors oro för slamgödslade livsmedelsprodukter kan vara en påtaglig företagsekonomisk risk för livsmedelsföretag, och är därigenom anledningen till sammanfattningen av marknadens attityd till slamgödsling som kommer i slutet av det här kapitlet.

## Våtkompostering

Våtkompostering (aerob termofil slamstabilisering) är en behandlingsmetod där slamformigt organiskt material stabiliseras i en behandlingsbehållare (reaktor) genom aktiv syretillförsel <sup>47</sup>. Processen drivs vanligtvis kontinuerligt, där en mindre del av reaktorinnehållet byts ut mot råslam med jämna tidsmellanrum, t.ex. en gång per dygn. Den här processen passar bra för stora avfallsmängder, bland annat då den möjliggör kontinuerlig värmeutvinning. Slammets innehåll av fosfor och kalium förändras inte under behandlingen.

Under våtkomposteringen sker en kraftig värmeutveckling till följd av den aeroba nedbrytningen. I en välisolerad reaktor kan 60-65 °C uppnås om råslammet innehåller tillräckligt med energi (organiskt material för nedbrytning). Den höga behandlings-temperaturen medför att slammet **hygieniseras**, då sjukdomsalstrande organismer i slammet avdödas eller reduceras kraftigt. Råslammet bör ha en torrsustanshalt mellan 3 och 10%, för att ha ett tillräckligt energiinnehåll och för att syretillförseln ska bli effektiv.

För att driva luftare och pumpar vid kontinuerlig behandling krävs det mellan 10 och 30 kWh per m<sup>3</sup> behandlat slam. I utbyte kan man utnyttja den utvecklade biologiska värmen till uppvärmning. En nettovärmefaktor på ca 2 är realistisk. I ett våtkomposteringsförsök i Länna uppgick kostnaden till ca 28-35 kr per m<sup>3</sup> slam; kostnaden varierar beroende på hur stort upptagningsområdet är och var mellanlagret ligger <sup>48</sup>.

Våtkomposteringstekniken kan tillämpas på flera typer av organiskt avfall <sup>49</sup>. Avfallet bör först sönderdelas, dels för att materialet ska bli tillgängligt för de aktiva bakterierna, dels för att det är nödvändigt ur hygieniseringssynpunkt.

---

<sup>46</sup> Malgeryd, Karlsson & Norin. 1998. Spannmålskvalitet vid användning av avloppsslam... JTI.

<sup>47</sup> Norin. 1996. Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem. JTI. s. 16-18

<sup>48</sup> Steineck & Salomon. 1992. Hantering av slam från enskilda avlopp. SLU.

<sup>49</sup> Norin. 1996. Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem. JTI.

Följande avfallsslag kan behandlas genom våtkompostering så länge behandlingen sker i slamform:

- fast- och flytgödsel
- slam från trekammarbrunnar och avloppsreningsverk
- latrin och svartvatten från snålspolande toaletter
- komposterbart köksavfall från hushåll
- livsmedelsavfall från livsmedelsindustrin, grossister, handel, storkök och restauranger

Enbart trekammarbrunnslam kan ha en torrsbstanshalt under 1% (0,1% i Brudbäckens fall), varför torrsbstanshalten måste höjas för att processen ska fungera. För att öka slammets torrsbstanshalt och energiinnehåll bör man tillföra gödsel eller annat organiskt avfall inför behandlingen. Därigenom ökar man den utvinningsbara värmemängden samtidigt som det organiska avfallet får förbättrade egenskaper genom behandlingen, såsom reducerad lukt.

## Tungmetaller i slam

Slam innehåller förutom växtnäring och organiskt material även varierande halter av mer eller mindre skadliga ämnen. Dessa kan delas in i tre grupper <sup>50</sup>:

- tungmetaller
- organiska miljöstörande ämnen
- patogener (sjukdomsalstrande mikroorganismer)

Tungmetaller och långlivade organiska ämnen tillhör de mest miljöstörande föroreningarna, där tungmetallerna har en särställning eftersom de inte kan brytas ned i naturen. Vissa tungmetaller har ingen egentlig uppgift i naturen, medan andra är essentiella mikro-näringsämnen för människor, djur och växter. I höga koncentrationer verkar dock alla tungmetaller miljöstörande. Enligt en litteraturstudie över användningen av avloppsslam som gödselmedel kan man sammanfatta de största riskerna med användningen av avloppsslam från reningsverk i ett ökat födointag av kadmium och en långsiktig förstöring av åkermarken genom anrikning av tungmetaller <sup>51</sup>.

I ett jordbrukssystem där enbart konstgödsel används, tär bortförseln av zink (Zn), koppar (Cu) och mangan (Mn) på markens förråd av dessa spårelement <sup>52</sup>. Där driftsformen även inkluderar tillförsel av stallgödsel ökar istället halterna på grund av tillskotten från mineralfoder-blandningar. I båda driftsformerna ökar halterna långsamt av kadmium (Cd), kvicksilver (Hg) och bly (Pb), huvudsakligen beroende på tillskott med handelsgödseln (Cd) och genom depositionen (Cd, Hg, Pb). Där avloppsslam från reningsverk använts enligt de tidigare rekommendationerna om 1 ton torrsbstans slam per hektar och år, blir ökningstakten i tillförseln två (Cd), fyra (Hg) respektive 12 (Pb) gånger högre. För att uppnå balans mellan tillförsel och bortförsel, krävs att tillförseln av Cd, Hg och Pb reduceras till maximalt 0,75, 0,095 respektive 7 g per hektar och år.

<sup>50</sup> Malgeryd, Karlsson & Norin. 1998. Spannmålskvalitet vid användning av avloppsslam... JTI.

<sup>51</sup> Malgeryd, Karlsson & Norin. 1998. Spannmålskvalitet vid användning av avloppsslam... JTI.

<sup>52</sup> Andersson. 1992. Trace elements in agricultural soils. NV rapport 4077. s. 5

En undersökning över innehållet av tungmetaller i slam från 47 enskilda hushåll skedde i Länna, Uppsala kommun, år 1990-91<sup>53</sup>. Slam från enskilda avloppsanläggningar samlades in, lagrades i ca fyra månader och analyserades med avseende på växtnäring och tungmetaller. Analysen visade att slammet var av **bättre kvalitet** än slam från Uppsala reningsverk; t.ex. var innehållet av kvicksilver bara hälften av innehållet i slam från Uppsala under samma period. Alla metallhalter låg under Naturvårdsverkets uppsatta riktvärden.

I samma försök belystes de tekniska och mikrobiologiska möjligheterna att stabilisera och hygienisera slam med en våtkomposteringsprocess. Det visade sig att det inte gick att våtkompostera enbart trekammarbrunnslam - det behövdes en inblandning av mer energirikt material för att få en önskad värmeutveckling. Som tillsatsmaterial användes avvattnat råslam. Undersökningen visade att man får en betryggande säkerhet i avdödning av smittoförande organismer med en uppehållstid av 1 dygn och en temperatur över 50 °C.

Enligt en undersökning av kadmium i avloppsvattnet från två hushåll med urinsortering toaletter och efterföljande lecabädd i Uppland 1995, visade det sig att summan av innehållet av kadmium i urin, slam och spillvatten var 54,1 µg per person och dygn, eller 19,6 mg per person och år<sup>54</sup>. Slammet innehöll 78% av kadmiummängden, medan 21% fanns i spillvattnet och < 1% i urinen.

I en analys av tungmetallinnehållet i svartvatten, köksavfall respektive gödsel, som genomgått en våtkomposteringsprocess i pilotskaleförsök 1996, visade det sig att de undersökta avfallsslagen innehöll mycket låga nivåer tungmetaller<sup>55</sup>. Nivåerna var så låga att dagens regler för tungmetalltillförsel till åkermark inte skulle begränsa användningen.

I en undersökning av slam från enskilda hushåll i Svalöv 1998, visade det sig att slammet höll **sämre kvalitet** än slammet från avloppsreningsverket i Kågeröd<sup>56</sup>. Slammet från enskilda avloppsanläggningar hade ett högt innehåll av kadmium; ca 150 mg Cd per kg fosfor. Samma kvot för stallgödsel varierar mellan 14 och 19 mg Cd per kg fosfor, och gränsvärdet för konstgödsel i Sverige idag är 100 mg Cd per kg fosfor.

## Lagar och andra regler gällande hantering och spridning av slam

Naturvårdsverket ställer krav på användningen av slam i jordbruket i sin *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket*<sup>57</sup>. Gränsvärdena vad gäller växtnäringstillförsel till åkermark via avloppsslam, tillförsel av metaller till åkermark och maximala metallhalter i slam för jordbruksändamål finns angivna i bilaga 2. Även Naturvårdsverket föreskrifter finns sammanfattade där. Det finns inga lagar som reglerar innehållet av miljöfarliga organiska ämnen i slam. Det finns inte heller några lagar som ställer krav på hygienisering av avloppsslam för att reducera innehållet av patogener<sup>58</sup>. En rad restriktioner anges dock i Naturvårdsverket föreskrifter SNFS 1994:2, se Bilaga 2.

<sup>53</sup> Steineck & Salomon. 1992. Hantering av slam från enskilda avlopp. SLU.

<sup>54</sup> Carlsson. 1995. Näring, kadmium och bakterier i hushållsavlopp. SLU. s. 29

<sup>55</sup> Norin. 1996. Våtkompostering som stabiliserings- och hygieniseringsmetod för organiskt avfall. JTI.

<sup>56</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU.

<sup>57</sup> SNFS. 1994. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön...SNFS 1994:2

<sup>58</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU.

Slammet likställs med stallgödsel vid spridning, och måste nedmyllas inom 4 timmar vid spridning på obevuxen mark, vilket gäller för hela året i bl.a. Blekinge län<sup>59</sup>. Hanteringen av slammet regleras i Sverige av författningen Avloppsanläggningar (AFS 1984:15) och Smittfarligt arbete (AFS 1991:2). Den förstnämnda gäller dock inte vid hantering av avloppsslam inom jordbruket, utan förordningen Arbete med flytgödsel (AFS 1992:20) borde vara tillämplig vid spridningsmomentet<sup>60</sup>.

## Politiska miljömål

### *Aktionsprogram inom Sverige*

Våren 1988 beslutade riksdagen om ett "Aktionsprogram för att minska växtnäingsförluster från jordbruket" med målet att minska tillförseln av kväve till havet med 50% från 1986 till 1995, samtidigt som fosfortillförseln minskas väsentligt<sup>61</sup>. Med stöd av lagen om skötsel av jordbruksmark, utfärdades det bestämmelser som berörde djurtäthet, andel höst- eller vintergrön mark, spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel och lagring av stallgödsel.

Kraven som gäller för Blekinge är:

- 60% av åkermarken på varje jordbruksföretag ska vara bevuxen under hösten och/ eller vintern.
- Förbud mot spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel under tiden 1 december-28 februari, såvida inte nedbrukning sker samma dag.
- Stallgödsel får under tiden 1 augusti-30 november endast spridas till växande gröda eller före höstsådd.
- För företag med fler än 10 djurenheter ska det finnas lagringsutrymme för 8 månaders gödselproduktion (gäller nötkreatur, hästar, får eller getter), och lagringsutrymme för 10 månaders gödselproduktion för övriga djurslag.

Då Naturvårdsverket 1997 utvärderade det uppsatta målet avseende kväveutsläpp, fann man att kvävebelastningen minskat med ca 20% mellan 1985 och 1995<sup>62</sup>. Det konstaterades att halveringsmålet inte var för högt satt som ett nationellt mål, samt att man troligen behöver gå ännu längre i många kustområden.

### *Jordbruksverkets ammoniakuppdrag*

Statens jordbruksverk (SJV) fick i uppdrag år 1995 att utarbeta ett åtgärdsprogram för att reducera ammoniakavgången i jordbruket med 50%, med utgångspunkt i 1990 års nivå<sup>63</sup>. Ammoniak bidrar tillsammans med andra luftföroreningar till försurning. Kvävenedfall i form av ammoniak och kväveoxider bidrar till eutrofiering i land- och vattenmiljöer. Åtgärdena skulle i första hand avse Götaland och Svealands slättbygder och omfatta lösningar både på kort och på längre sikt.

<sup>59</sup> Jakobsson. 1996. Regler för stallgödsel och grön mark. SJV, Jordbruksinformation 4-1996.

<sup>60</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU. s. 29-31

<sup>61</sup> Jakobsson. 1996. Regler för stallgödsel och grön mark. Jordbruksinformation 4-1996, SJV.

<sup>62</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736. s. 7

<sup>63</sup> SJV. 1997. Statens jordbruksverks ammoniakuppdrag. Jönköping.



Tidigare beslut som berör Blekinge:

- För företag med fler än 10 djurenheter ska flytgödsel- och urinbehållare ha ett stabilt svämtäcke eller annan täckning som effektivt minskar ammoniakförlusterna.
- För företag med fler än 10 djurenheter ska påfyllning av flytgödsel- och urinbehållare ske under täckning.
- Stallgödsel som sprids på obevuxen mark ska brukas ned inom fyra timmar.
- Spridning av flytgödsel i växande gröda ska ske med teknik som effektivt minskar ammoniakförlusterna.

I Jordbruksverkets föreskrift 1997:10 står det angivet vilken teknik som effektivt minskar ammoniakförlusterna<sup>64</sup>. Spridning av flytgödsel i växande gröda ska ske med någon av följande varianter:

- Bandspridningsteknik som innebär att gödseln direkt placeras på marken under växttäcket.
- Myllningsaggregat som innebär att gödseln direkt placeras i marken.
- Teknik som innebär att en del gödsel späds ut med minst en halv del vatten före spridning.
- Teknik som innebär att spridningen följs av tillförsel av minst 10 mm vatten. Tillförsele av vatten skall påbörjas senast inom fyra timmar och vara avslutad inom tolv timmar efter det att spridningen inleddes.

### *The Baltic Agricultural Run-Off Action Program (BAAP)*

Syftet med BAAP är att minska utlakning av växtnäring från jordbruk till lokalt yt- och grundvatten. BAAP omfattar utbildning av jordbruksorganisationer och rådgivningsorgan, och har demonstrationsavrinningsområden med mätstationer, fältförsök och demonstrationsgårdar i Estland, Lettland och Litauen<sup>65</sup>.

### *Agenda 21 för Östersjön*

*The Baltic Sea Agenda 21* som startar 1998 innebär nio program med sju åtgärds paket med tydliga mål för jordbruket i länderna kring Östersjön<sup>66</sup>. Det första programmet har som mål att minska förluster av växtnäring från jordbruket, det tredje att skydda yt- och grundvatten avsett för dricksvattenändamål i jordbruksområden. Några av sätten att uppnå programmen är utbildning och att skapa demonstrationsavrinningsområden med demonstrationsgårdar i länderna runt Östersjön.

### *HELCOM (The Baltic Sea Environmental Action Programme)*

Helsingforskonventionen, HELCOM, från 1988 har som mål att reducera utsläppen av växtnäringsämnen kväve och fosfor med 50% till Östersjön och Kattegatt mellan åren 1987 och 1995<sup>67</sup>. Fram till 1995 så hade utsläppen av kväve reducerats med 20-30%<sup>68</sup>. Eftersom målet om 50% reduktion av utsläppen inte uppnåtts ännu, så kvarstår det tills vidare.

<sup>64</sup> SJV. 1997. SJV:s föreskrifter om teknik som skall användas vid spridning av flytgödsel i växande gröda. SJVFS 1997:10.

<sup>65</sup> Jakobsson et al. 1998. The Baltic Sea Agenda 21. Sector report-Agriculture. JTI.

<sup>66</sup> Jakobsson et al. 1998. The Baltic Sea Agenda 21. Sector report-Agriculture. JTI.

<sup>67</sup> SJV. 1997. SJV:s ammoniakuppdrag. Jönköping.

<sup>68</sup> Jakobsson et al. 1998. The Baltic Sea Agenda 21. Sector report-Agriculture. JTI.

Riktlinjer om God Jordbrukarsed (Codes of Good Agricultural Practice, GAP) håller på att utarbetas inom ramen för HELCOM. Något som saknas i konventionen är direkta mål för reduktion av ammoniakavgången, vilken bidrar till eutrofieringen dels genom nedfall direkt i havet och dels genom att nedfall på land kan öka utlakningen av kväve.

### OSPAR

Oslo- och Pariskonventionerna har som ett mål att reducera utsläppen av kväve till Nordsjön, Skagerack och Kattegatt med 50% mellan åren 1985 och 1995<sup>69</sup>. Det saknas direkta mål för reduktion av ammoniakavgången.

### EUs Nitratdirektiv

*The Council directive on the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources* är EU:s direktiv som syftar till att kontrollera och reducera nitratförorening av vatten som orsakas av spridning av stallgödsel och övergödning med konstgödsel<sup>70</sup>. Medlemsländerna ska identifiera känsliga områden, ta fram aktionsprogram för att minska tillförseln av kvävehaltiga gödselmedel och framförallt införa begränsningar för tillförseln av stallgödsel. Medlemsländerna förväntas införa kontinuerliga miljöövervakningsprogram och utarbeta och införa Riktlinjer om God Jordbrukarsed. För närvarande finns det inga bestämmelser inom EU som direkt syftar till att minska ammoniakavgången, men under 1997 har det förts förhandlingar mellan medlemsländerna om åtgärder för att minska försurningen<sup>71</sup>.

### FN

Inom Förenta Nationerna finns *Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution* (CLTRAP) som omfattar Europa inklusive östeuropeiska länder, Ryssland och Nordamerika<sup>72</sup>. Konventionen upprättade 1988 ett NO<sub>x</sub>-protokoll, där 23 länder förband sig att inte öka sina utsläpp av kväveoxider och liknande substanser. Omförhandlingar av konventionen ska inledas under 1997, och det är sannolikt att även åtgärder mot ammoniakavgång kommer ingå.

## Marknaden

En av förutsättningarna för att bönder ska ta emot slam för att gödsla sina åkrar är att de kan sälja sina produkter när de gödslat med slam. Där spelar livsmedelindustrin, som har ansvar inför konsumenterna vad gäller livsmedelskvalitet, och konsumenterna själva, med sina val av produkter, de största rollerna.

### Regering och riksdag

Regering och riksdag har uttalat att avloppsslam ska kunna utnyttjas inom jordbruket utan risker för miljö och hälsa, och att deponering av slam ska upphöra på sikt.

---

<sup>69</sup> SJV. 1997. SJV:s ammoniakuppdrag. Jönköping.

<sup>70</sup> Jakobsson et al. 1998. The Baltic Sea Agenda 21. Sector report-Agriculture. JTI.

<sup>71</sup> SJV. 1997. SJV:s ammoniakuppdrag. Jönköping.

<sup>72</sup> SJV. 1997. SJV:s ammoniakuppdrag. Jönköping.

Målet är att så mycket som möjligt av de näringsämnen som finns i avloppsslam ska ingå i ett kretslopp mellan stad och land. Det finns bindande kvalitetskrav på slamkvalitet och slamhantering i flera lagar, föreskrifter etc. Den övervägande delen av slammet från reningsverk uppfyller dessa kvalitetskrav, och skulle kunna ersätta ungefär en fjärdedel av fosfor i den handelsgödsel som behövs i jordbruket <sup>73</sup>. Naturvårdsverket har satt som mål att minst 60% av allt producerat avloppsslam ska användas inom jordbruket år 2000, och att minst 90% av slammet ska ingå i ett hållbart kretslopp mellan stad och land år 2010 <sup>74</sup>.

### *LRF och slamöverenskommelsen*

Lantbrukarnas Riksförbund (LRF) undersöker marknaden och försöker påverka opinionen till förmån för lantbrukarna själva. År 1994 träffades en överenskommelse mellan LRF, VAV (Svenska vatten- och avloppsverksföreningen) och Naturvårdsverket om att stimulera användningen av kvalitetssäkrat avloppsslam i jordbruket. I slutet på 80-talet användes ca 50% av slammet från kommunala avloppsreningsverk i jordbruket <sup>75</sup>. Under LRFs bojkott av slam som gödselmedel sjönk andelen till ca 20%, varpå den har ökat till ca 30% efter slamöverenskommelsen <sup>76</sup>. Andelen slam som klarar kvalitetskraven har ökat markant; från mindre än en tredjedel tidigare till ungefär två tredjedelar efter överenskommelsen. Enligt Knut Svensson, LRF Blekinge, så accepterar LRF användning av slam såvida slammet lagrats i sex månader och infektionsriskerna är eliminerade <sup>77</sup>. Tillåtna gränsvärden för tungmetallhalter i slam finns i Bilaga 2.

### *Arla och slamöverenskommelsen*

Slamöverenskommelsen gäller, men flera intressenter som mejerierna och kvarnindustrin känner sig ännu inte säkra på slammets kvalitet. De har därför valt att acceptera nuvarande slamöverenskommelse, men med vissa förbehåll mot att deras råvaruleverantörer använder slam på sin åkermark <sup>78</sup>. Mejeribranschen har under 1997 tagit fram en gemensam livsmedelspolicy gentemot slam, där de helt enkelt gör ett tillägg till slamöverenskommelsen med (bl.a.) lydelsen "Avloppsslam skall inte spridas på mjölgårdar. Avloppsslam skall inte heller spridas på mark där det odlas bete, vall, annat grovfoder eller rotfrukter för utfodring till nötkreatur för mjölkproduktion. För fält som tidigare gödslats med avloppsslam skall en väntetid gälla om fem år från spridningstillfället innan ovan nämnda fodergrödor kan odlas för mjölkproduktion."

Några av farhågorna är spridningen av fettlösliga PCB- och kemiska produkter. Arla har dock varit engagerade i försök på Gotland, där bevattning under ett antal år skett med avloppsvatten som renats och hygieniserats i biodammar. Arlas slutsats av försöken är att, såvida ett antal villkor vad gäller anläggning, skötsel och hygieniska gränsvärden följs, så kan de acceptera att vatten från biodammar används för bevattning av grödor avsedda för foder till mjölkkor <sup>79</sup>. Villkoren finns redovisade i Bilaga 4.

<sup>73</sup> NV. 1996. Överenskommelsen om slamanvändningen i jordbruket mellan LRF, VAV och NV. NV Rapport 4665, s. 5.

<sup>74</sup> NV. 1996. Mål för särskilda avfallsslag. Naturvårdsverket Rapport 4602. s. 124

<sup>75</sup> NV. 1996. Mål för särskilda avfallsslag. Naturvårdsverket Rapport 4602. s. 122

<sup>76</sup> NV Rapport 4665, s. 5.

<sup>77</sup> Svensson, Knut. 1998. Muntligt meddelande. LRF Blekinge.

<sup>78</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU. s. 34

<sup>79</sup> Nilsson, Eskil. 1998. Muntligt meddelande. Arla.

## *Cerealia*

Cerealia accepterar inte spannmål som odlats på slamgödslad mark för livsmedelskonsumtion, främst som ett resultat av att mejerierna inte gör det. De accepterar inte rötslam från reningsverk och inte heller rötat slam från biogasanläggningar. De skulle acceptera bevattning med avloppsvatten om Arla gjorde det <sup>80</sup>. Cerealia Utveckling AB har beställt en undersökning hos Jordbrukstekniska Institutet (JTI) vars mål är att genom väl dokumenterade fältförsök bedöma om användning av slam som gödselmedel till spannmål och oljeväxter, i enlighet med de regler som kommer gälla år 2000, innebär någon risk för försämrad produktkvalitet eller långsiktig förstöring av åkermark <sup>81</sup>. Resultaten från fältförsöken kommer låta vänta på sig tills efter skörden år 2000.

## *KRAV*

Vad gäller ekologisk odling, så är det ett EU-direktiv som lägger hinder för användningen av slam. IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements), den internationella paraplyorganisationen för ekologiska odlare, skulle kunna tillåta 'bra' humanavfall och urin att användas inom den ekologiska odlingen, men eftersom slam inte står med på EU:s lista över godkända organiska gödselmedel för ekologisk odling, så är det ännu inte tillåtet <sup>82</sup>.

## *Konsumenterna och lantbrukarna*

År 1996 genomfördes en intervjuundersökning bland lantbrukare, fastighetsförvaltare och boende i Ale kommun utanför Göteborg med syfte att ta reda på dessa aktörers föreställningar om ett system med källsortering av humanurin <sup>83</sup>. En sammanfattning av synsätten visar att lantbrukarna tyckte att humanurin kändes etiskt riktigare än handelsgödsel men att priset på handelsgödsel ändå påverkar valet, att det är bra att angripa miljöproblemen nära källan, att det behövs en innehållsgaranti på urinen, att det är tidsbrist på våren och att föreningarna måste säga ja. Ur svaren från de boende visade det sig att alla åldrar tror på återvinning, att humanurin känns naturlig, att det är stor osäkerhet om nyttan med urinseparering, att det är OK med lite merarbete och att det är bra om man tjänar pengar.

1997 genomfördes det en enkätundersökning bland konsumenter i Kristianstad/ Östra Göinge, Halmstad, Göteborg, Orust och Umeå, gällande deras attityd till användning av slam som växtnäring <sup>84</sup>. Underlaget till undersökningen är litet varför resultaten inte kan anses signifikanta, men följande tendenser fanns:

- Yngre personer är mindre skeptiska till användning av slam i jordbruket än äldre.
- Ca två tredjedelar av konsumenterna är helt eller delvis positiva till användning av slam på åkermark.
- Motståndet mot användning av slam på åkermark ökar ju längre norrut man kommer i Sverige.
- Behovet av information är stort.

Undersökningen visade inte några större skillnader mellan boende på landet och boende i tätort, och inte heller mellan barnfamiljer och övriga.

<sup>80</sup> Tietz, Frank. 1998. Muntligt meddelande. Cerealia.

<sup>81</sup> Malgeryd, Steineck & Stenberg. 1998. Fältförsök med slam till stråsäd och oljeväxter. JTI.

<sup>82</sup> Hansson, Rut. 1998. Muntligt meddelande. KRAV.

<sup>83</sup> Schmidbauer. 1996. Hinder och möjligheter för källsortering av humanurin. SLU. s. 36

<sup>84</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU. s. 36

## 5. VÄXTNÄRINGSFLÖDEN INOM BRUDBÄCKENS AVRINNINGSOMRÅDE

### Jordbruket

#### Växtnäringsbalans

Växtnäringsbalansen i Tabell 4 gäller för hela åkermarken inom avrinningsområdet, 516 hektar. Varje siffra är ett medeltal i kg per hektar och år av de 13 växtnäringsbalanser som upprättats för varje gård inom området.

Tabell 4. Växtnäringsbalans över åkermarken inom Brudbäckens avrinningsområde, i kg per hektar och år

Medelgård, 516 ha						
Tillförda näringsämnen	N	P	K			
Konstgödsel	87	5	14			
Inköpt stallgödsel, fruktsaft	11	2	14			
Deposition	9	0,3				
Biologisk N-fixering	6					
Inköpt foder + djur	37	7	11			
Summa	150	14	39			
Bortförda näringsämnen						
Växtproduktion	81	14	68			
Djurproduktion	23	4	4			
Såld stallgödsel	5	1	6			
Ammoniakavgång						
- stallgödsel	13					
- konstgödsel	2					
- växter	4					
Utlakning/ avrinning	43	0,8	12			
Denitrifikation	?					
Summa	171	20	90			
Gårdsbalans	-21	-6	-51			
Markbalans (denitr. + retention)	-14	-4	-40			
Växtnäring i stallgödseln	37	9	37			
Växtnäring i skörden	117	19	93			

Enligt medeltal:  
12 3 11

Enligt medeltal:  
-21 -6 -51

Referenser som ligger till grund för tabellen <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Claesson & Steineck. 1991. Växtnäring, hushållning - miljö. SLU.

Claesson & Steineck. 1991. Beräkningsunderlag...Bilaga till Växtnäring, hushållning - miljö. SLU.

Fagerberg, Salomon & Steineck. 1993. Dataprogrammet NPK-FLO. SLU.

## Definitioner av Gårdsbalans och Markbalans:

Gårdsbalans = (Konstgödsel + Inköpt stallgödsel + Deposition + Kvävefixering + Inköpt foder och djur) - (Växtproduktion + Djurproduktion + Ammoniakavgång från stallgödsel + konstgödsel + växter + Avrinning + Denitrifikation)

Markbalans = (Konstgödsel + Inköpt stallgödsel + Deposition + Kvävefixering + Växtnäring i stallgödsel) - (Ammoniakavgång från växter + Avrinning + Denitrifikation + Växtnäring i skörden)

Värdena i Tabell 4 baseras på intervjudata från de 13 lanbrukare som odlar mark inom Brudbäckens avrinningsområde. De har lämnat uppgifter om inköp av handelsgödsel, foder och djur, gödsling och skörd på den egna marken och försäljning av växt- och djurprodukter. I de fall lantbrukarna inte har angett hur stor skörd de har av vissa grödor har **normskördesiffror** från Jordbruksstatistisk årsbok 1997, använts. Lantbrukarnas data har multiplicerats med **uppmätta värden och schablonvärden på innehåll i procent av NPK** i de olika produkterna, vilka tagits ur dataprogrammen STANKs och NPK-FLOs databaser <sup>2</sup>.

Där det står "Enligt medeltal" i högra kanten, så är det medelvärdet av de 13 gårdarnas balanser. Siffrorna vid posten "Såld stallgödsel" har minskats inom balansen för att få värdena vid posten "Gårdsbalans" att stämma överens med medelvärdet framräknat ur de 13 gårdarnas balanser. Den här växtnäringsbalansen avser ju ett helt avrinningsområde; det vill säga mängden växtnäring som kommer in respektive lämnar området. En stor del, kanske alltihop, av den sålda stallgödseln stannar säkert inom avrinningsområdet i och med att lantbrukarna säljer till sina grannar. Den återkommer då under posten "Inköpt stallgödsel" och skapar rundgång i siffrorna (och näringen). Detta är svårt att reda ut så länge man inte vet till vem lantbrukarna säljer sin gödsel - något att ta hänsyn till när man utformar frågeformulär.

## Deposition

Det finns många olika siffror på depositionen, alltifrån 20-35 kg N per ha och år <sup>3</sup> för södra Sverige till 6-8 kg N per ha och år, enligt "Naturmiljön i siffror" 1996 <sup>4</sup>. Värdet som använts är **9,1 kg N per hektar i deposition**, där våtdepositionen är 7,1 kg N per hektar och torrdepositionen är 2 kg N per hektar. Den siffran är baserad på IVLs (Institutet för

---

Fagerberg & Torsell. 1995. Beräkning av kvävefixering i NPK-FLO. Institutionen för växtodlingslära, SLU.

Gunnarsson, Anders. 1998. Muntligt meddelande. Länsstyrelsens lantbruksenhet, Karlskrona.

Gustafson, Gunnela. 1998. Muntligt meddelande. SLU

Hoffmann, Markus. 1998. Muntligt meddelande enligt Institutet för vatten och luftvårdsforskning (IVL).

Jakobsson, Steineck & Djurberg. 1995. Hästar - gödsel och miljö. Jordbruksinformation 19-1995. SJV.

Johnsson & Hoffmann. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark. NV.

SCB. 1993. Utsläpp till luft av ammoniak i Sverige 1991. Statistiska meddelanden.

SCB. 1997. Jordbruksstatistisk årsbok 1997.

SCB. 1997. Kväve- och fosforbalanser för svensk åkermark ...1995. Statistiska meddelanden.

SJV. STANK 1998. Jordbruksverket.

Steineck, Djurberg & Ericsson. 1991. Stallgödsel. SLU.

Ulén. 1997. Förluster av fosfor från jordbruksmark. NV Rapport 4731. s. 27

<sup>2</sup> Fagerberg, Salomon & Steineck. 1993. Dataprogrammet NPK-FLO. SLU.

SJV. STANK 1998. Jordbruksverket.

<sup>3</sup> Fagerberg, Salomon & Steineck. 1993. Dataprogrammet NPK-FLO. SLU.

<sup>4</sup> SCB. 1996. Naturmiljön i siffror.

vatten och luftvårdsforskning) mätningar och Markus Hoffmanns (Avdelningen för vattenvård, SLU) sammanställning av deras data <sup>5</sup>. Enligt SCB (1997) ligger depositionen av fosfor på 0,3 kg P per ha <sup>6</sup>. Enligt Ulén (1997) ligger bortförsel av fosfor via erosion på 0,8 kg P per hektar <sup>7</sup>.

### *Kvävefixering*

Beräkningen av biologisk kvävefixering är baserad på stencilen "Beräkning av kvävefixering i NPK-FLO" från Institutionen för växtodlingslära, SLU <sup>8</sup>. Utgångspunkten är lantbrukarnas uppgifter om hur stor areal vall de har, hur mycket de skördar och hur mycket konst- och stallgödsel de lägger på vallen. Klöverhalten har antagits vara 10-15%, enligt en kvalificerad gissning från Anders Gunnarsson, Länsstyrelsens lantbruksenhet, Karlskrona. Därigenom har en genomsnittssiffra på kvävefixeringen i kg N per ha vall beräknats, vilken har slagits ut till ett medeltal för hela arealen; **kvävefixeringen i området är 6 kg N per hektar.**

### *Ammoniakavgång*

Ammoniakavgången från stallgödsel är beräknad enligt "Beräkningsunderlag för växtnäringsstillförsel från stallgödsel, producerad mängd gödsel och lagringsbehov", SLU <sup>9</sup>. Där tar man hänsyn till ventilations-, lagrings- och spridningsförluster av ammoniak, beroende på vilka djur det är, vilken typ av gödsel (fast-, flyt-, urin), spridningstid etc. Den samlade **ammoniak-kväveavgången för all stallgödselhantering inom området är i medeltal 13 kg N per hektar.** Kväveavgången i ammoniak från de flesta konstgödselmedel motsvarar 2% av tillförseln, vilket för Brudbäcken blir 1,7 kg N per hektar (avrundat till 2 kg N per hektar i tabellen) <sup>10</sup>. Ammoniakavgången från växtlighet ligger på 4 kg N per hektar <sup>11</sup>. Utöver ammoniakavgång från åkerarealen avgår det även ammoniak från betesmark. Detta är inte medräknat i Tabell 4, eftersom betesmarken inte ingår där. Betesmarken är ca 24 ha (se Bilaga 4), och ammoniak-kväveavgången är 3,5 kg N per hektar för Blekinge <sup>12</sup>. Detta ger en sammanlagd ammoniakavgång på 83 kg vid betesdrift, vilket räknas med i växtnäringsbalansen över hela avrinningsområdet, i Tabell 16.

### *Utlakning/ avrinning av kväve, fosfor och kalium*

Utlakningen av kväve är baserad på Naturvårdsverkets rapport "Kväveläckage från svensk åkermark" (1997) <sup>13</sup>, där det presenteras utlakningskoefficienter i kg N per ha för odlingssystem med eller utan stallgödsel respektive konstgödsel, för olika grödor och för olika landskapsområden. Ett medeltal av koefficienterna för jordarterna "Sand" och "Lättlera" har använts. Utlakningskoefficienterna för "Götalands mellanbygder - ost" har sammanställts i bilaga 4.

<sup>5</sup> Hoffmann, M. 1998. Sammanställning enligt

Hallgren m.fl. "Luftföroreningar i södra Sverige 1985-95". IVL.

<sup>6</sup> SCB. 1997. Kväve- och fosforbalanser för svensk åkermark 1995. Statistiska meddelanden.

<sup>7</sup> Ulén. 1997. Förluster av fosfor från jordbruksmark. NV Rapport 4731. s. 27

<sup>8</sup> Fagerberg & Torsell. 1995. Beräkning av kvävefixering i NPK-FLO. Institutionen för växtodlingslära, SLU.

<sup>9</sup> Claesson & Steineck. 1991. Beräkningsunderlag...Bilaga till Växtnäring, hushållning - miljö. SLU.

<sup>10</sup> SCB. 1993. Utsläpp till luft av ammoniak i Sverige 1991. Statistiska meddelanden. s. 7

<sup>11</sup> Claesson & Steineck. 1991. Växtnäring, hushållning - miljö. SLU.

<sup>12</sup> SCB. 1997. Utsläpp till luft av ammoniak i Sverige 1995. Na 37 SM 9701. s. 20

<sup>13</sup> Johnsson & Hoffmann. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark. NV 4741.

Utlakningen för Brudbäckens avrinningsområde är baserad på grödfördelningen i området och motsvarar i genomsnitt **43 kg N per hektar**, vilket har tillämpats för alla gårdarna. Avrinningen av fosfor är större än tillförseln, vilket skapar en årlig bortförsel av fosfor om **0,5 kg P per hektar**.

Vad gäller utlakningen av kalium anges den till 23 mg per liter för en fosforrik grovmo i Kristianstad län, vilket är den jord som ligger närmast Brudbäckens fosforrika finmo<sup>14</sup>. För jordar i övriga Sverige ligger utlakningen på 1-5 mg per liter. Eftersom en kaliumutlakning om 23 mg per liter är ett extremt högt värde jämfört med utlakningen från övriga Sverige, har utlakningen av kalium från Brudbäckens åkermark antagits ligga någonstans däremellan. Värdet på kaliumutlakning har satts till 10 mg per liter, vilket med avrinningen från Brudbäckens område (50-200 mm per år) blir en medelutlakning av ca **12 kg K per hektar** och år<sup>15</sup>. I tabell 5 anges storleksordningen för kaliumutlakning i kg per hektar för olika typer av jordar enligt danska försök.

Tabell 5. Uppskattad utlakning av kalium i kg per hektar från välgödslade danska jordar<sup>16</sup>

Jordtyp	K-utlakning, kg/ha
Grov sandjord	30
Lerblandad sandjord	25
Sandblandad lerjord	20
Lerjord	5

Jorden i Brudbäckens avrinningsområde ligger närmast kategorin lerblandad sandjord och kaliumutlakningen skulle alltså kunna vara högre än 12 kg per hektar.

### *Denitrifikation och retention*

Denitrifikationen står kvar som ett frågetecken, eftersom det inte finns tillförlitliga mätningar på hur stor den kan vara under olika fältbetingelser. Enligt Staffan Steineck kan denitrifikationen vara lika stor som utlakningen, eller lägre. Skulle man sätta dit ett värde så skulle gårdsbalansen bli ännu mer negativ för kväve än den är nu. Med tanke på att jordarna i området har låga lerhalter (kring 9%) och att det är vattenbrist under sommarhalvåret, så borde inte denitrifikationen bli alltför stor. Retentionen av växtnäring i marken har slagits samman/ lagts ihop med posten Markbalans. Är det överskott av växtnäring så kan det ske antingen denitrifikation (av kväve) eller retention (av NPK), eller både och. Är det brist på växtnäring, vilket det är i den här balansen, så är det växtnäring som finns i marken som utnyttjats.

Den här växtnäringsbalansen är upprättad för ett år, i det här fallet med uppgifter över 1996 års skördar. Den är inte statisk, utan förändras år efter år. Balansen är ett resultat av en lång rad faktorer under ständig förändring. En positiv gårdsbalans visar på överskott av näringstillförsel till gården/ området. En negativ gårdsbalans visar på ett underskott, men kommer med tiden att resultera i en jämvikt, då bortförseln från systemet kommer att anpassa sig efter den lägre tillförseln<sup>17</sup>.

<sup>14</sup> Johansson & Kyllmar. 1997. Observationsfält på åkermark. SLU. s. 5

<sup>15</sup> Kyllmar, Katarina. 1998. Muntligt meddelande. Avdelningen för vattenvård, SLU.

<sup>16</sup> Olesen & Vester. 1995. Näringsstofbalanser og energiforbrug. s. 61

<sup>17</sup> Olesen & Vester. 1995. Näringsstofbalanser og energiforbrug. s. 21



## Övrigt

Utsläppsmängden vatten per djurenhet har antagits vara 80 liter per dygn<sup>18</sup>, och behovet av vatten lika stort under hela året. Detta redovisas som m<sup>3</sup> per år i Tabell 11, och beräknas därefter gemensamt med hushållens avloppsvatten. Antalet djurenheter i området har beräknats till 870.

Naturvårdsverkets föreskrifter begränsar den tillåtna givan slam till 22 kg totalfosfor och 150 kg ammoniumkväve per hektar och år, vid en fosforklass om III-IV för jorden<sup>19</sup>. Den tidigare begränsningen var 1 ton torrsubstans per hektar och år, vilket med en genomsnittlig torrsubstanshalt av 1% motsvarar 100 ton slam per hektar och år. Ett ton torrsubstans motsvarar innehållet i 65-70 brunnar<sup>20</sup>.

## Betesmark och skogsmark

I Naturvårdsverkets rapport "Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland", anges det hur mycket kväve och fosfor som förloras från olika områden i Sverige till respektive vattendrag<sup>21</sup>. I Tabell 6 och 7 följer en jämförelse mellan Naturvårdsverkets siffror på medelutlakningen från Östersjöområdet och totalsiffrorna på utsläpp från Brudbäckens avrinningsområde. Hushållens avlopp har ej räknats med. Övrig mark innefattar betes- och ängsmark, extensiv vall och hårdgjorda ytor. Värdena för Brudbäcken är tagna och omräknade ur tabell 14 och 15.

Tabell 6. Medelutlakning från mark i Öresundsområdet, jämfört med utlakning från Brudbäckens avrinningsområde, i kg **tot-N** per km<sup>2</sup> och år

	Öresundsområdet	Brudbäckens område
Åkermark, N	3965 *	4300
Skogsmark, N	215 *	215*
Övrig mark, N	990 **	740

\* Baserat på Naturvårdsverkets rapport 3692

\*\* Motsvarar ca ¼ av utlakningen från åkermark, enligt Stefan Löfgren<sup>22</sup>.

Tabell 6 visar att utsläppen av kväve ligger i samma storleksordning från Brudbäcken jämfört med utlakningen från övriga Öresundsområdet.

Tabell 7. Medelavrinning från mark i Öresundsområdet, jämfört med avrinning från Brudbäckens avrinningsområde, i kg **tot-P** per km<sup>2</sup> och år

	Öresundsområdet	Brudbäckens område
Åkermark, P	33 *	80
Skogsmark, P	4,6 *	4,6*
Övrig mark, P	8 **	15

\* Baserat på Naturvårdsverkets rapport 3692

\*\* Motsvarar ca ¼ av utlakningen från åkermark, enligt Stefan Löfgren.

<sup>18</sup> Carlsson Drake. 1995. Projekt Brudbäcken. Enligt meddelande av Yngve Malmkvist, Boverket.

<sup>19</sup> SNFS. 1994. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön... SNFS 1994:2 MS:72.

<sup>20</sup> Steineck & Salomon. 1992. Hantering av slam från enskilda avlopp. SLU, Allmänt 177. s. 78

<sup>21</sup> Löfgren & Olsson. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. NV Rapport 3692.

<sup>22</sup> Löfgren, Stefan. 1998. Muntligt meddelande.

Tabell 7 visar att avrinningen av fosfor är ca 2 gånger högre för åkermark och övrig mark från Brudbäckens avrinningsområde än motsvarande medelvärde för Öresundsområdet.

## Hushållen

Antalet hus och fördelningen mellan permanentboende och fritidshus har beräknats med hjälp av kommunens kartläggning över sophämtningen i området <sup>23</sup>. Antalet personer i varje permanentbostad har antagits vara 3,3, medan antalet personer i varje fritidshus har antagits vara 4 (under 90 dagar per år) <sup>24</sup>. Fyra personer per fritidshus kan tyckas vara högt, men i antagandet ligger bedömningen att fritidshusområdena ligger nära Karlskrona och att vissa av husen kan vara bebodda under längre perioder av året. Varje person beräknas avge 13,5 g N per person och dygn, 2,1 g P per person och dygn, 4 g K per person och dygn <sup>25</sup> och 180 liter vatten per person och dygn (permanentboende) respektive 100 liter vatten per person och dygn (fritidsboende) <sup>26</sup>. Dessa värden gäller för det sammanlagda avloppsvattnet från hushållen, dvs både BDT-vatten och WC-vatten.

Utsläppsmängderna av N,P,K och vatten sammanfattas i Tabell 8 och 9, i kg respektive m<sup>3</sup> per person och år. För de permanentboende har en tidsfaktor om 0,6 använts för att kompensera för det avloppsvatten de producerar utanför avrinningsområdet, t.ex. på jobbet <sup>27</sup>. Detta i enlighet med Andersson (1992) där avloppsvattnet från olika kategorier av människor viktas beroende på hur mycket tid de tillbringar i hemmet. Tidsfaktorn 0,6 är ett medelvärde av "Vuxen, icke förvärvsarbete", "Vuxen, förvärvsarbete halvtid" och "Vuxen, förvärvsarbete heltid". Borg (1993) använde samma faktor, 0,6 <sup>28</sup>. I en sammanställning av Naturvårdsverket antogs de boende utföra 75% av sina toalettbehov och 100% av sitt gråvatten och matavfall i sina hushåll <sup>29</sup>. Undersökningar från det ekologiska bostadsområdet Understenshöjden i Stockholm visar att 40-60% av toalettbesöken sker i hemmet.

Tabell 8. Utsläppsmängder av N,P,K och vatten i kg eller liter per person och år

Schablonvärden	Utsläpp, kg / pe*år
N	4,9
P	0,8
K	1,5

Tabell 9. Utsläppsmängder av vatten i m<sup>3</sup> per person- eller djurenhet och år

Vatten	Utsläpp, m <sup>3</sup> / pe*år
Permanentboende	66
Fritidsboende	9 *
Djurenhet	29

\* Fritidsboende antas vistas i området 90 dagar per år.

<sup>23</sup> Affärsverken AB, Avdelningen för renhållning. Karlskrona kommun. Kontaktperson John Ohlgren.

<sup>24</sup> Malmkvist, Yngve. 1998. Muntligt meddelande. Boverket.

<sup>25</sup> Sundberg. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? NV Rapport 4425. s. 9

<sup>26</sup> Malmkvist, Yngve. 1998. Muntligt meddelande. Boverket.

<sup>27</sup> Andersson. 1992. Slam från enskilda avlopp. SLU.

<sup>28</sup> Borg. 1993. Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde. SLU.

<sup>29</sup> Svensson & Hargelius. 1997. Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse. NV Rapport 4847.

För Brudbäckens avrinningsområde får man då följande resultat för utsläpp av N, P, K och avloppsvatten, redovisat i Tabell 10. I Tabell 11 finns en sammanställning över boende och avlopp i Brudbäcken tillsammans med ytterligare två avrinningsområden; Trummenäs och Torsnäset. Där visas även de hushåll som idag är kommunalt anslutna till Ramdala reningsverk. De är dock inte inkluderade i slutsumman, eftersom det inte är realistiskt att de skulle ansluta sig till ett alternativt avloppssystem så länge Ramdala reningsverk anses fungera. Dessa 22 hus finns i Ramdala kyrkby, och tillhör alltså Brudbäckens avrinningsområde. Reningsverket har fosforrening men inte kväverening, och släpper ut det fosforrenade vattnet i Åbyån, varur en del vatten samlas upp i en fördämning och utnyttjas för bevattning<sup>30</sup>.

Tabell 10. Antal hus och boende samt summan av utsläpp av N, P, K och vatten från hushållen i Brudbäckens avrinningsområde

Brudbäcken	Permanentboende	Fritidshus	Summa:
<b>Antal hus</b>	<b>200</b>	<b>38</b>	<b>238</b>
Schablonvärde, antal personer	x 3,3	x 4	
<b>Personekvivalenter (pe)</b>	<b>660</b>	<b>152</b>	<b>812</b>
Antal dygn	365	90	
<b>Utsläpp, kg N per år</b>	<b>3252</b>	<b>185</b>	<b>2136*</b>
N x tidsfaktor 0,6	<b>1951</b>		
<b>Utsläpp, kg P per år</b>	<b>506</b>	<b>29</b>	<b>333*</b>
P x tidsfaktor 0,6	<b>304</b>		
<b>Utsläpp, kg K per år</b>	<b>964</b>	<b>55</b>	<b>633*</b>
K x tidsfaktor 0,6	<b>578</b>		
<b>Utsläpp från hushåll, m<sup>3</sup> vatten per år</b>	<b>43362</b>	<b>1368</b>	<b>27385*</b>
Vatten x tidsfaktor 0,6	<b>26017</b>		

\*Summan är mängden NPK eller vatten från permanentboende omräknad med tidsfaktorn 0,6 för uppehållstid i hemmet + mängden NPK eller vatten från fritidshus.

Förutom hushållens avloppsvatten tillkommer det vatten från djurhållningen i Brudbäckens avrinningsområde. Med 870 djurenheter à 80 liter vatten per dygn blir det 25.404 m<sup>3</sup> vatten per år, vilket är nästan lika mycket som från hushållen. Utsläppen av N, P och K pga djurskötsel har redan räknats med i summeringen av stallgödsel.

Tabell 11. Sammanställning över antal hus, personekvivalenter, husdjur samt utsläpp av N, P, K och vatten från tre avrinningsområden i Blekinge

	Antal hus	Personekvivalenter					
		Permanent boende	Fritidsboende	kg N/år	kg P/år	kg K/år	m <sup>3</sup> vatten/år
<b>Brudbäcken</b>	238	660	152	2.136	333	633	27.385
<b>Husdjur, Brudbäcken</b>		(870)					25.404
<b>Trummenäs</b>	371	297	1.124	2.244	349	665	21.824
<b>Torsnäset</b>	89	129	200	624	97	185	6.873
Kommunalt anslutna	22	73		215	33	64	2.862
Summa, exklusive kommunalt anslutna	698	1.086	1.476	<b>5.004</b>	<b>779</b>	<b>1.483</b>	<b>81.486</b>

<sup>30</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. Transport av närsalter. s. 4

Utöver själva avloppsvattnet, så produceras det en viss mängd urin och fekalier. Enligt Naturvårdsverket <sup>31</sup>, så producerar varje personekvivalent 1 liter urin och 0,1 liter fekalier per dygn. Torrsubstansmängderna, dvs utan vatten, är 60 g urin och 35 g fekalier per person och dygn. Det tillkommer 4 kg toalettpapper per person och år, varav 3,6 kg är torrsubstans <sup>32</sup>. Totalt (urin + fekalier + toalettpapper) blir det en avloppsmängd på 405,5 kg per person och år, med en ts-halt på 10,6%. Räknar man med vattnet blir den totala avloppsmängden 27.668 m<sup>3</sup> för Brudbäcken. För Trummenäs blir det 22.057 m<sup>3</sup> och för Torsnäset 6.945 m<sup>3</sup>. Den totala mängden avloppsvatten från alla tre områdena blir 82.074 m<sup>3</sup>. Torrsubstanshalten sjunker genom utspädning så lågt som till 0,1%.

Den totala mängden avloppsvatten som produceras skulle kräva en sammanlagd dammyta av 16 hektar, beräknat på dammdjup om en meter. För att klara hygieniseringskraven, ska avloppsvattnet lagras i sex månader. Då krävs två dammar som kan ta halva vattenmängden var. Räknar man enbart med avloppsvatten från Brudbäckens avrinningsområde, krävs det en dammareal om sammanlagt 10 hektar (1 m djup), för att lagra ca 50.000 m<sup>3</sup> vatten under sex månader.

Växtnäringen från hushållen i dessa tre områden är sammanlagt värd ca 56.000 kronor, som ersättning för konstgödsel. Detta baseras på summan av mängderna av N, P och K och konstgödselpriserna 8 kr per kg N, 11 kr per kg P och 5 kr per kg K <sup>33</sup>. Ifall hushållen hade varit anslutna till den kommunala reningen, så skulle det dessutom tillkomma en kostnad för rening av avloppsvattnet för en total summa av ca 330.000 kronor per år. Detta baseras på en reningskostnad av 60 kr per kg N och 40 kr per kg P <sup>34</sup>, vilket är lågt räknat. Till detta borde läggas priset för ett renare vattendrag och renare kustvatten, för att inte glömma ett steg på vägen mot uppfyllandet av befintliga politiska miljömål. Kostnaden utgörs av installation och drift av avloppsvattendammar, ledningar och eventuellt en våtkomposteringsanläggning.

## Trafik och dagvatten

Enligt en rapport av Adolfsson Jörby (1994) så släpper den trafik som passerar genom Brudbäckens avrinningsområde totalt ut **20,6 ton kväve i kväveoxider (NO<sub>x</sub>-N) per år** <sup>35</sup>. Detta gäller trafiken på E22:an och på Sturkövägen. Man skulle kunna se detta som en tillförsel av kväve till området, om det vore så att man var säker på att kväveoxiderna föll ned inom området. Kväveoxider (NO, NO<sub>2</sub>) har en uppehållstid om 0,01 år i luften, medan ammoniak (NH<sub>3</sub>) har en uppehållstid om 0,005 år <sup>36</sup>.

Enligt en grov beräkning skulle så mycket som 7% av kvävet från avgaserna kunna deponeras inom 100 meter från vägen <sup>37</sup>, vilket skulle ge ett bidrag till depositionen med 1,8 kg kväve per hektar (utslaget på hela avrinningsområdet). Det är dock osäkert hur mycket *mer* trafiken påverkar Brudbäckens område jämfört med de platser där mätningar av kvävedepositionen skett.

<sup>31</sup> Sundberg. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? NV Rapport 4425. s. 9

<sup>32</sup> Norin. 1996. Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem...JTI rapport nr 5. Bilaga 4.

<sup>33</sup> SJV. 1998. STANK.

<sup>34</sup> Jaryd, Anders. 1998. Muntligt meddelande. Karlskrona kommun.

<sup>35</sup> Adolfsson Jörby. 1994. Närsalter till Torstävaviken. Högsolan Kalmar.

<sup>36</sup> Wellburn. 1994. Air pollution and climate change. s. 9

<sup>37</sup> Granat, Lennart. 1998. Meteorologiska institutionen, Stockholms universitet. Personligt meddelande.

I balansberäkningen ingår kvävenedfall som en deposition om 9 kg N per hektar, och där antas även nedfall från trafiken ingå.

Enligt Naturvårdsverket (1995) innehåller dagvatten 0,02 g P per person och dygn, vilket blir 0,1 kg P per hektar och år för det totala antalet personekvivalenter i Brudbäckens avrinningsområde <sup>38</sup>. Enligt Adolfsson Jörby (1994) innehåller dagvatten 10 kg N per person och år <sup>39</sup>. Se Tabeller 14 och 15. Dagvattnet innehåller följande föroreningshalter:

Tabell 12. Föroreningshalter i dagvatten från takytor och asfalterade ytor i µg per liter vatten <sup>40</sup>

Ämne	Takytor	Trafikerade gator	Parkeringsytor
Bly, µg/ l	5-50	100-200	30-150
Zink, µg/ l	50-1000	-	-
Koppar, µg/ l	10-1000	50-100	50-100
Kadmium, µg/ l	-	2-4	2-4

De viktigaste källorna till dagvattnets föroreningar har visat sig vara trafik, atmosfäriskt nedfall, korrosion och spillning från fåglar och hundar <sup>41</sup>.

Den maximala arealen, där dagvatten kan rinna av asfalterade ytor och takytor i Brudbäckens avrinningsområde, borde vara 50 ha, vilket är summan av den övriga arealen utöver åker-, betes- och skogsmark. Avrinningen uppgår till ca 200 mm per år, vilket borde motsvara 100 miljoner liter dagvatten för 50 ha - räknat på full asfaltering, vilket inte är fallet i Brudbäckens område. Om man uppskattar arealen takyta, trafikerad gata respektive parkeringsyta, skulle man kunna få fram den ungefärliga mängden tungmetaller som finns i dagvattnet.

## Bäcken

I Brudbäcken kan växtnäring hindras från att rinna ut i Östersjön genom att fosfor tillsammans med litet kväve sedimenterar på botten, och genom att kväve denitrifieras eller tas upp av växtlighet. En uppehållstid om fem dygn krävs för att uppnå maximal denitrifikation av kväve ur vattnet <sup>42</sup>. Med ett vattenflöde på 6 liter per s\*km<sup>2</sup>, vilket blir 46,8 liter per s för Brudbäckens avrinningsområde på 7,8 km<sup>2</sup>, så krävs det en **dammareal på 2 hektar** (dammdjup 1 m) för att stoppa upp vattenflödet om 20.218 m<sup>3</sup> vatten under en femdygnsperiod. Dessa retentionsdammar ska helst ligga i nära anslutning till bäcken, och den totala dammarealen om 2 hektar kan fördelas på flera mindre dammar längs med bäckfåran. Damarna skulle främja den biologiska mångfalden både vad gäller växtlighet och djurliv.

<sup>38</sup> Sundberg. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? NV Rapport 4425.

<sup>39</sup> Adolfsson Jörby. 1994. Närsalter till Torstävaviken. Högsolan Kalmar Rapport 1994:4.

<sup>40</sup> Malmqvist, Svensson & Fjellström. 1994. Dagvattnets sammansättning. VAV, VA-Forsk.

<sup>41</sup> Malmqvist, Svensson & Fjellström. 1994. Dagvattnets sammansättning. VAV, VA-Forsk.

<sup>42</sup> Malmqvist, Yngve. 1998. Muntligt meddelande. Boverket.

## Sammanställning

Om man jämför den växtnäring som finns i avloppsvattnet från alla tre avrinningsområden med de mängder växtnäring i form av konst- och stallgödsel som köps in till lanbruket idag, så skulle man kunna ersätta en viss procent (Tabell 13). 'Inköp för balans' är en beräkning av den mängd växtnäring som borde köpas in få balans mellan tillförsel och bortförsel av växtnäring, baserat på det underskott som framstår i gårdsbalansen enligt Tabell 4 (dvs -21 kg N, -6 kg P och -51 kg K per hektar och år).

*Tabell 13. Befintlig växtnäring i avloppsvattnet jämfört med den växtnäring som köps in i form av konstgödsel, fruktsaft och stallgödsel i kg per år i Brudbäckens avrinningsområde. Procentsatsen är beräknad på den befintliga växtnäringen i avloppsvattnet genom den som köps in idag*

kg/ år	Inköp idag	Inköp för balans	Finnes (avloppsvatten)	%
N	51007	61847	5004	10
P	3475	6572	779	22
K	14005	34137	1483	10

Jordarna i området har goda P- och K-tillstånd som ett resultat av den övergödning som skett under tidigare decennier, och en negativ markbalans borde kunna accepteras under en period. Enligt en sammanställning av jordbruksdata från 1953 fram till 1992 (40 år), så har det gödslats med mera än som behövts till en sammanlagd mängd av ca 1100 kg P per hektar under perioden <sup>43</sup>. Se bilaga 5. Eftersom fosfor är relativt hårt bunden i marken, så ligger detta förråd av fosfor kvar idag och för framtida generationer. Lantbruket utnyttjar alltså växtnäring som lagrats i marken under tidigare år, vilken annars skulle läcka ut och påverka miljön negativt.

I Tabell 4 har det angetts en balans mellan deposition och avrinning av fosfor på -0,5 kg P per hektar och år. Om det utöver den siffran sker en utarmning av fosfor om ca -6 kg P per hektar och år, så lär förrådet ändå räcka under 180 år. Frågan om hur mycket fosfor som kan bli tillgängligt varje år under så lång tid är inte helt känd.

<sup>43</sup> SCB. Jordbruksstatistisk årsbok. Årgångar 1970-1993.

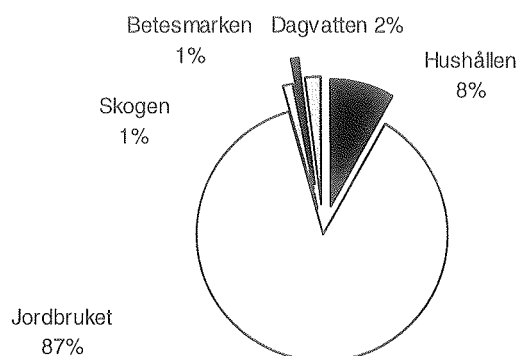
I Tabell 14 och 15 och i två cirkeldiagram, Figur 6 och 7, anges källfördelningen av kväve- och fosforutsläppen från Brudbäckens avrinningsområde.

Tabell 14. Källfördelning av kväve per år inom Brudbäckens avrinningsområde

	Areal, ha	Utsläpp, kg N/ha	Utsläpp, totalmängd N i kg	%
Hushållen		43	2136	8
Jordbruket	516	43	22188	87
Skogen	160*	2,15	344	1
Betes- & ängsmark, extensiv vall	54*	5	270	1
Dagvatten, övrig mark	50*	10*	500	2
Summa:	780		25438	99

\*Baserat på Adolfsson Jörby (1994)<sup>44</sup>. Mängden betesareal var då 140 hektar, vilket har minskats till 54 hektar eftersom åkerarealen ökat i motsvarande mängd.

Utlakningen av kväve, fördelat på hela 780 hektar, blir ca 33 kg N per hektar och år. Detta kan jämföras med kommunens mätning av vattnet vid Brudbäckens mynning, vilken motsvarar ca 23 kg N per hektar och år (93/94)<sup>45</sup>. Det är helt riktigt att den uppmätta mängden kväve är lägre än den teoretiskt beräknade, eftersom det sker en retention, ett upptag i växter och en denitrifiering av kväve på dess väg genom marken och i vattnet<sup>46</sup>.



Figur 6. Källfördelning av kväveutsläpp 1997 från Brudbäckens avrinningsområde.

Som jämförelse kan man se på den nationella fördelningen av kväveutsläpp till havet orsakad av mänsklig aktivitet, där ca 45% kommer från jordbruket, ca 35% från avloppssektorn, ca 15% pga deposition på sjöar och i vattendrag, ca 5% från industrin och ca 1% från skogsbruket<sup>47</sup>.

<sup>44</sup> Adolfsson Jörby. 1994. Närsalter till Torstävaviken. Högskolan Kalmar Rapport 1994:4. s. 20

<sup>45</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. Transport av närsalter.

<sup>46</sup> Hoffmann, Markus. 1998. Muntligt meddelande. SLU.

<sup>47</sup> NV. 1997. Källor till kväveutsläpp. NV Rapport 4736.

Tabell 15. Källfördelning av fosfor per år inom Brudbäckens avrinningsområde

	Areal, ha	Utsläpp, kg P/ha	Utsläpp, totalmängd P i kg	%
Hushållen		7	333	43
Jordbruket	516	0,8*	413	54
Skogen	160	0,046**	7	1
Betes- & ängsmark, extensiv vall	54	0,2***	11	1
Dagvatten, övrig mark	50	0,1****	5	1
Summa:	780		769	100

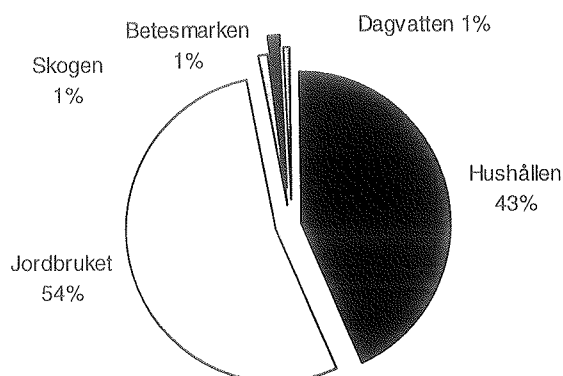
\*Ulén (1997) <sup>48</sup>.

\*\*Arealförlust av fosfor, 4,6 kg Tot-P per km<sup>2</sup> och år. NV rapport 3692. <sup>49</sup>

\*\*\*Enligt Adolfsson Jörby (1994) <sup>50</sup>.

\*\*\*\*Dagvatten: 0,02 g per person och dygn <sup>51</sup> gånger 660 helårsboende och 152 fritidsboende (90 dagar om året), fördelat på 50 hektar.

Det teoretiska utsläppet av fosfor, fördelat på 780 hektar, blir ca 1 kg P per hektar. Enligt kommunens vattenmätningar motsvarar den faktiska avrinningen av fosfor 0,3 kg P per hektar 93/94) <sup>52</sup>. Fosfor fastläggs lätt i marken, så det stämmer väl att den teoretiska avrinningen är högre än den faktiskt uppmätta.



Figur 7. Källfördelning av fosforutsläpp 1997 från Brudbäckens avrinningsområde.

I Tabell 16 summeras in- och utförsel av NPK till Brudbäckens avrinningsområde som helhet, och därefter följer en figur med ett flödesdiagram över området, Figur 8. Det har antagits att hushållen för in lika mycket växtnäring till området som rinner ut med avloppsvattnet, dvs att det inte sker någon inlagring av växtnäring i hushållen. Vad gäller ammoniakavgången, så står jordbruket för ca 90% av de totala utsläppen <sup>53</sup>. I följande tabell har man räknat med att 10% av ammoniakerna, baserat på den beräknade ammoniak-kväveavgången från jordbruket, avgår från övrig mark pga trädgårdsbruk, skogsbruk och andra antropogena källor som t.ex. trafik.

<sup>48</sup> Ulén. 1997. Förluster av fosfor från jordbruksmark. NV Rapport 4731. s. 27

<sup>49</sup> Löfgren & Olsson. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. NV rapport 3692.

<sup>50</sup> Adolfsson Jörby. 1994. Närsalter till Torstävaviken. Högskolan Kalmar Rapport 1994:4. s. 20

<sup>51</sup> Sundberg. 1995. Vad innehåller avlopp från hushåll? NV Rapport 4425, s 15.

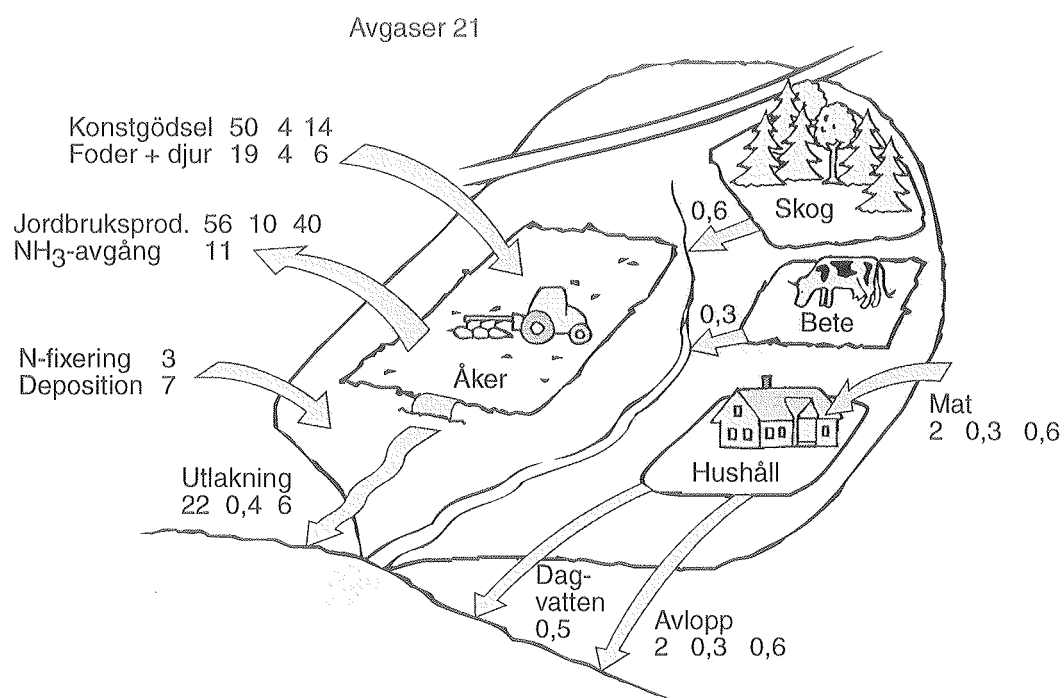
<sup>52</sup> Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. Transport av närsalter.

<sup>53</sup> SCB. 1997. Utsläpp till luft av ammoniak i Sverige 1995. Na 37 SM 9701.



Tabell 16. In- och utförsel av N, P och K till Brudbäckens avrinningsområde, i ton per år

<b>Införsel av växtnäring</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
Konstgödsel	50,5	3,6	14,4
Inköpt foder och djur	19,1	3,6	5,7
Deposition	7,1	0,2	
Kvävefixering	3,1		
Hushåll	2,1	0,3	0,6
Trafik	(20,6)		
<b>Summa:</b>	<b>82</b>	<b>8</b>	<b>21</b>
<b>Bortförsel av växtnäring</b>			
Försålda jordbruksprodukter	56,2	9,8	40,2
Ammoniakavgång från gödsel, bete	9,9		
Ammoniakavgång från övrig mark	1		
Utlakning från åkermark	22,2	0,4	6,2
Utlakning från betesmark	0,3	0,01	
Utlakning från skogsmark	0,6	0,005	
Utsläpp från hushåll	2,1	0,3	0,6
Dagvatten	0,5	0,005	
<b>Summa:</b>	<b>93</b>	<b>10</b>	<b>47</b>
<b>In - Utförsel =</b>	<b>-11</b>	<b>-2</b>	<b>-26</b>



Figur 8. Flöden av N, P, K till, inom och från Brudbäckens avrinningsområde, i ton per år.

## 6. DISKUSSION AV RESULTAT OCH FÖRSLAG TILL KRETSLOPPSANPASSNING - HINDER OCH MÖJLIGHETER.

### Återcirkulation av växtnäring till jordbruket

Jordbruket inom Brudbäckens avrinningsområde har, trots en negativ växtnäringsbalans, en hög utlakning av kväve från åkermarken. Medelvärde på utlakning är 43 kg N per hektar och år. Det värdet är visserligen teoretiskt beräknat, men anpassat till områdets jordtyp, odlingssystem (enbart konstgödsel, eller både konst- och stallgödsel) och grödfördelning. Utlakningskoefficienterna som värdet grundar sig på är från 1997, och det är den mest aktuella kunskap vi har idag <sup>54</sup>.

Jordbruket påverkar huvudsakligen grundvattnet i inströmningsområdena, eftersom det är där närsalter kan följa med det nedåtgående vattnet till djupare, mer långliggande vattenlager. En utlakning av kväve kan senare yttra sig som nitrat i dricksvattenbrunnar. För att minimera risken med nitrat i brunnarna och för att minska jordbrukets miljöpåverkan på yt- och grundvatten, gäller det att minska utlakningen av kväve.

Den negativa växtnäringsbalansen innebär att det inte gödslas i överskott i dagens läge, och man kan alltså inte kräva sänkta gödselgivor. Det krävs andra typer av åtgärder för att komma åt växtnäringsläckaget, som att hålla marken bevuxen i högre grad, gödsla i rätt tid, etc. Utlakning av växtnäring kan minimeras med bl.a. följande åtgärder <sup>55</sup>:

- Skiftesanpassad gödsling
- Balans mellan antalet djur och tillgänglig spridningsareal. Djurtätheten är reglerad i Skötsellagen.
- Tillräcklig lagringskapacitet för stallgödsel, enligt Skötsellagen.
- Spridning av stallgödsel på våren och i växande gröda, enligt Skötsellagen.
- Ökad andel höst- och vinterbevuxen mark. Kravet är 60% vintergrön mark, enligt Skötsellagen.
- Fånggrödor
- Skyddszoner av ständigt bevuxen mark längs diken och vattendrag, vilket berättigar till miljöstöd om skyddszonen uppgår till totalt 200 m <sup>56</sup>.
- Spridning av flytgödsel i växande gröda med teknik som effektivt minskar ammoniakförlusterna, se *Jordbruksverkets ammoniakupdrag* på sidan 31.

### Hinder

Hinder för en kretsloppsanpassning innefattande spridning av renat avloppsvatten inom jordbruket skulle vara att slammet inte har lika god gödselverkan som konstgödselmedel, och att man därigenom får lägre skörd - ekonomisk olönsamhet. Tillförsel av tungmetaller och

<sup>54</sup> Hallgren m.fl. 1997. Luftföroreningar i södra Sverige 1985-95. IVL.

<sup>55</sup> Gummeson. 1989. Nitrat i grundvattnen i jordbruksområden. SLU.

<sup>56</sup> SJV. 1998. Miljöstöd.

långlivade organiska ämnen skulle vara ett hinder, ifall provtagning av slammet visade på riskabla halter av dessa ämnen. Risk för smittspridning av patogener till djur och människor skulle vara ett stort hinder, ifall det inträffade något sjukdomstillbud. Det största hindret är dock marknaden, dvs lantbrukarna riskerar avsättning för sina produkter vid gödsling med humanavfall.

Samma teknik används för spridning av slam som för spridning av stallgödsel. För slam med låga torrsubstanshalter passar släpslangsspridare bra. Arbetsbredden är av stort intresse vid spridning, eftersom det är viktigt att det sker en jämn fördelning på åkern. Smal arbetsbredd medför långa körsträckor per hektar, vilket kan leda till packningsskador på marken <sup>57</sup>.

### *Möjligheter*

Möjligheterna för kretsloppsanpassning för lantbruket är att få tillgång till ett billigt (gratis) gödselmedel och förbättrad vattentillgång för bevattning. Därigenom förbättrar man sin omgivande miljö och sitt dricksvatten. Tillgång till ett lokalt omhändertaget gödselmedel minskar behovet av att köpa in konstgödsel och gör området mer självförsörjande.

### *Retentionsdammar*

Retentionsdammar längs med bäckfåran skulle skapa vattenreservoarer som jordbruket skulle ha nytta av under sommartorkan. Det skulle också skapa stillastående vattensamlingar varifrån kväve kan avgå som kvävgas p.g.a. denitrifikation, vilket är ett bra alternativ jämfört med att nitrat läcker ut i viken. Vill man ha en lösning med enbart retentionsdammar istället för att satsa på en storskalig lösning av hushållens avloppsreningssystem, så är det givetvis en enklare satsning att genomföra och sköta. Därigenom löser man dock inte områdets VA-problem. Retentionsdammarerna är snarare ett komplement till rening och vidare utnyttjande av hushållens avloppsvatten.

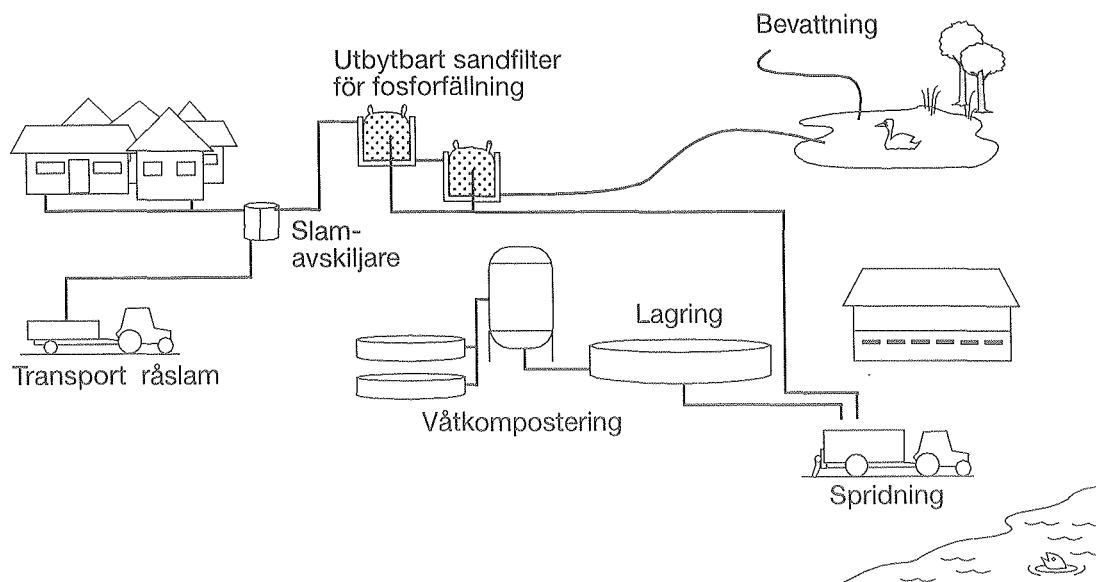
## **De enskilda hushållens avloppssystem idag och imorgon**

Hotet mot dricksvattenförsörjningen utgör ett hinder för utökat permanentboende och fortsatt utbyggnad innefattande konventionell VA-teknik, inom ett område som ökar i popularitet och är intressant för fritidsbebyggelse. I framtiden kommer avloppsreningen behöva ske antingen via kommunalt reningsverk eller någon alternativ avloppslösning <sup>58</sup>.

Ett förslag på en teknisk lösning för att samla in och utnyttja hushållens avloppsvatten, är att ha centralt placerade slamavskiljare, varifrån det avskiljda slammet går till våtkompostering och vattnet passerar ett sandfilter på väg till uppsamlingsdammar, se Figur 9. Dammarerna för att samla in avloppsvattnet från Brudbäckens och Trummenäs avrinningsområden skulle kräva en sammanlagd areal på 15 hektar (beräknat på 1 m djup) för att allt avloppsvatten skulle kunna lagras i sex månader och därefter spridas två gånger om året. Sandfiltret ska fånga upp fosfor ur avloppsvatten, varefter den fosformättade sanden kan spridas på åkermark. Därmed sluter man delvis kretsloppet för fosfor. Slam från slamavskiljarna kan, efter våtkompostering för hygienisering och stabilisering, spridas i jordbruket.

<sup>57</sup> Almedal. 1998. Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun. SLU.

<sup>58</sup> Karlsson, Bo. 1998. Muntligt meddelande. Miljökontoret Karlskrona.



Figur 9. Tekniskt och biologiskt VA-system för utnyttjande av de enskilda hushållens avloppsvatten. (Bild Kim Gutekunst, JTI)

De enskilda hushållens köksavfall är ca 70 kg per person och år, med en torrsbstanshalt av 35% <sup>59</sup>. Det är ett av de organiska avfallsprodukter man skulle kunna använda till att komplettera slammet från slamavskiljarna inför våtkompostering. För fler alternativ, se avsnittet om *Våtkompostering* på sidan 28.

Hinder för en kretsloppsanpassning skulle kunna vara problem med de hygieniska aspekterna, dvs hälso- eller smittspridningsrisker, driftsstörningar eller brister gällande användarvänligheten, otillräcklig resurshushållning eller miljö/ recipientskydd. Ett hinder skulle kunna utgöras av bristande förtroende mellan lantbrukarna som ska utnyttja vattnet och de boende, ifall de boende är ovarsamma med vad de spolar ned i toaletten. Det största hindret för individen/ hushållet utgörs av höga investerings- eller driftskostnader.

De positiva aspekterna med en kretsloppsanpassning utgörs av att man åtgärdar VA-problemen och säkerställer dricksvattentillgången. Man får en långsiktigt hållbar lösning på avloppsreningen. Man förbättrar vattenmiljön och sluter de lokala kretsloppen. Man förser jordbruket och golfbanan med vatten och växtnäring.

## Dagvatten

Det gäller att förhindra inblandning av dagvatten och vatten från industrier i avloppsvatten från hushåll. Dagvattnets innehåll av tungmetaller och andra svårnedbrytbara ämnen gör det önskvärt att hålla det skilt från avloppsvattnet. Det gäller både regnvatten från exempelvis hustak och asfalterade ytor. Det optimala är att anlägga diken, dammar och våtmarker längs med vägkanterna som samlar upp dagvattnet. I vattensamlingarna kan kväve denitrifieras, medan fosfor och metaller (t.ex. bly och zink) fastnar på partiklar i vattnet och sedimenterar <sup>60</sup>.

<sup>59</sup> Norin. 1996. Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem. JTI rapport nr 5. Bilaga 4.

<sup>60</sup> Bäckström, Magnus. 1998. Muntligt meddelande. Luleå Tekniska Universitet.

Genom att anlägga dammar längs med vägkanterna sluter man inga kretslopp, men man förhindrar en oönskad inblandning av tungmetaller i avloppsvatten som med tiden kommer att återföras till jordbruket.

## Golfbanan

Golfbanan utnyttjar idag 25-30.000 m<sup>3</sup> vatten, och bygger för närvarande ut bevattningsdammar till en sammanlagd volym av 50.000 m<sup>3</sup> vatten. Dock finns det önskemål om att kunna bevattna med uppemot 100.000 m<sup>3</sup> vatten, så det finns ett klart intresse av att utnyttja renat avloppsvatten från i området <sup>61</sup>. Bostadsområdena Gängletorp och Trummenäs ligger i nära anknytning till golfbanan, så rent geografiskt är det praktiskt med de korta avstånden. För en golfbana av Trummenäs storlek (18-hålsbana + korthålsbana med 9 hål) är bevattningsdammar om 50.000 m<sup>3</sup> ett genomsnitt för landet <sup>62</sup>. Den dubbla dimensioneringen skulle krävas som säkerhet mot den torka som eventuellt slår in vart 10-20e år.

Ett hinder för kretsloppsanpassning är att golfbanan kan, vid gödsling och hög bevattning, bidra till växtnäringutlakning från Trummenäs. En möjlighet till kretsloppsanpassning är att golfbanan kan ta emot och ha nytta av både vatten och växtnäring. Vid ett optimalt utnyttjande av växtnäringen (dvs ingen utlakning) så innebär golfbanan ett vackert landskap och bidrar till en bättre vattenmiljö.

## Marknaden

Hindren för kretsloppsanpassning och utnyttjande av renat avloppsvatten för bevattning är många när det gäller marknadsaspekterna. Det finns ännu många osäkerheter gällande användningen av slam i livsmedelsproduktion. Det är inte tillåtet enligt EU att utnyttja slam inom ekologisk odling, varför KRAV inte kan tillåta det. Arla och Cerealia ifrågasätter slammets renhet från tungmetaller och långlivade organiska föreningar, och vill skydda sina kunder genom att förbjuda slammets användning inom livsmedelsproduktionen. Konsumenternas eventuella misstro mot slamgödslade livsmedel utgör det främsta hindret mot kretsloppsanpassning och utnyttjande av renat avloppsvatten och slam inom jordbruket.

Möjligheterna till kretsloppsanpassning utgörs av statlig uppbäckning av användningen och uppsatta gränsvärden för tillåten användning av slam. Slamöverenskommelsen mellan LRF, NV och VAV utgör ytterligare ett stöd <sup>63</sup>. Arlas resultat av bevattningsförsöken på Gotland har lett till positiva resultat och skapat möjligheten att utnyttja slam, så länge man håller sig inom Arlas angivna villkor, se Bilaga 3. Slutligen är det konsumenternas krav på ekologiska och kretsloppsanpassade produkter som är den drivande kraften bakom alla förändringar gällande marknaden.

---

<sup>61</sup> Åkesson, Klaes-Göran. 1998. Muntligt meddelande.

<sup>62</sup> Spjut, Tomas. 1998. Muntligt meddelande. Bankonsulent.

<sup>63</sup> NV. 1996. Överenskommelsen om slamanvändningen i jordbruket mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket. NV Rapport 4665.

## Felkällor och problem

Under intervjuerna med lantbrukarna stod det klart att en del av de utgivna värdena var ungefärliga värden och att fullständiga uppgifter saknades eller var svåra att ange. När det gäller t.ex. vallskörd som tas in som hö till djuren kan lantbrukaren i bästa fall ange antalet balar, och då får man gissa vallskörden utifrån det. Då lantbrukarna inte känt till vilken skörd de haft av vissa grödslag, har normskördesiffror för Blekinge ur *Jordbruksstatistisk årsbok 1997* använts. En lantbrukare (utav 13) ville ej svara på intervjufrågorna, utan angav per telefon att han hade liknande grödor och gödselmedel som sina grannar. Baserat på grannarnas intervjuvar har det uppställts en genomsnittlig gårdsbalans för den gården.

Handel med stallgödsel innebär en okänd storhet när det kommer till frågan om hur mycket som cirkulerar inom systemet. Det har antagits att den mesta stallgödseln som köps respektive säljs av enskilda lantbrukare gör det utanför avrinningsområdet. I själva verket är det troligare att större delen av stallgödseln säljs till grannen och cirkulerar inom området, varför den inte borde stå med i avrinningsområdets balans. I Medelgårdens balans har det antagits att all stallgödsel och fruktsaft som köps in, gör det utifrån avrinningsområdet. När det gäller stallgödsel som säljs, har värdet på den sålda stallgödseln grovt halverats, enligt antagandet att hälften av stallgödseln säljs inom området och inte förflyttas ut ur avrinningsområdet. Se förklaringen i anslutning till Tabell 4.

Den beräknade mängden kväve fixerat via baljväxter och klöver är för låg, då vallskördar och gödsling till vallarna angivits som totalsummor per säsong istället för uppdelat på flera skördetillfällen per säsong.

Andra felkällor kan vara bristande uppgifter på spill från mjölkutrymmen och gödselbrunnar. Enligt lag ska gödselbrunnarna i området vara övertäckta, men det är ju inte säkert att de verkligen är det. Det borde ha tagits upp under intervjuerna, men å andra sidan är det inte säkert att lantbrukarna skulle ha svarat sanningsenligt, även om de blivit lovade full integritet. I sammanställningen över ammoniakavgång pga gödselhanteringen har det antagits att brunnarna är övertäckta. Är brunnarna inte övertäckta, borde siffran på ammoniakavgång från stallgödsel vara högre.

Vid beräkningen av procentinnehållet av NPK i alla de olika lantbruksprodukter som tagits upp under intervjuerna, har uppmätta värden och schablonvärden från databaserna STANK och NPK-FLO använts. Skulle något av schablonvärdena vara felaktigt så blir givetvis resultatet missvisande jämfört med verkligheten. Med utgångspunkt i lantbrukarnas angivna svar är det dock ganska lätt att räkna om gårdsbalanserna med nya schablonsiffror.

En felkälla är att en deposition om 17 kg N per hektar redan finns medräknad i utlakningskoefficienterna för Götalands mellanbygder-ost. Se Bilaga 4. Depositionen räknas sedan med en gång till i gårdsbalanserna och i avrinningsområdets balans och finns alltså med två gånger. Första gången en deposition (17 kg N/ ha) som bidrar till att utlakningen blir så stor som den blir och andra gången som en tillförsel av växtnäring till området (9 kg N/ ha). Utlakningen från åkermark skulle eventuellt vara lägre för att kompensera för att depositionen finns med två gånger, men det skulle vara svårt att avgöra med hur mycket utlakningen i så fall skulle minskas. Å andra sidan finns det inget värde satt på denitrifikationen i balanserna, så

även om utlakningen blir lite för hög kompenseras det av att denitrifikationen satts till noll fast den säkert är högre.

Trafikens bidrag till depositionen har diskuterats under *Trafik och dagvatten*, men inte räknats med som en extra post. Det skulle kunna vara så att trafiken genom just Brudbäckens område är mycket högre än genom det genomsnittliga Blekinge, och att depositionen skulle ha justerats därefter.

En osäkerhet gällande dimensioneringen av lagringsdammarna för avloppsvattnet är hur mycket avdunstning och regn bidrar till volymförändringar av vattenmassan i dammarna. Skillnaden mellan nederbörd minus avdunstning är 50-200 mm, vilket är en osäkerhet i sig. Frågan är också ifall avdunstningen blir ännu högre från en stillastående vattensamling. Det får bli en senare, och teknisk, fråga.

## 7. SLUTSATSER

- Ett utökat utnyttjande av området genom hushåll, golfbana eller jordbruk, är beroende av att vattentillgången säkras. Grundvattnet skattas idag hårt av hushållen och jordbruket, och avloppsvattnet infiltreras i marken och förorenar grundvattnet.
- Jordbruket i avrinningsområdet uppvisar en negativ växtnäringsbalans med -20 kg N, -6 kg P och -51 kg K per hektar och år, vilket visar att lantbruket utnyttjar markens förråd av växtnäring. Jordarna i området har ett högt innehåll av P och K, som en följd av tidigare års gödsling och upplagring. Hela Brudbäckens avrinningsområde, dvs jordbruk, hushåll, skogs- och betesmark uppvisar en negativ växtnäringsbalans med -11 kg N, -2 kg P och -26 kg K per hektar och år.
- Utlakningen från jordbruket står för 87% av förlusterna av kväve och 54% av förlusterna av fosfor. Vill man minska kväveutlakningen, så gäller det att åtgärda jordbrukets utsläpp genom att utnyttja den platsbundna växtnäringen bättre.
- En återcirkulation av hushållens avloppsvatten skulle minska utsläppen med 8% kväve och 43% fosfor. Vaxtnäringen i avloppsvattnet från alla hushållen kan ersätta 10% av kvävet, 22% av fosfor och 10% av det kalium som jordbruket köper in i konstgödsel per år.
- Det är (teoretiskt) möjligt att utnyttja allt avloppsvatten från de enskilda hushållen för bevattning. Den totala mängden avloppsvatten från de tre avrinningsområdena motsvarar ca 82.000 m<sup>3</sup>. Det motsvarar 100 mm bevattning på 82 hektar av totalt 780 hektar.
- En reningsanläggning för avloppsvatten från centralt placerade slamavskiljare behöver omfatta sandfilter för fällning av fosfor ur avloppsvatten och lagringsdammar om 15 hektar för sex månaders lagring. Slam från slamavskiljare behöver lagras i väntan på spridning i samband med vårbruk, men lantbrukarnas utnyttjande av renat avloppsvatten och lagrat slam beror på livsmedelsindustrins acceptans av 'förorenat vatten'.

## 8. REFERENSLISTA

- Adolfsson Jörby, Sofie. 1994. *Närsalter till Torstävaviken, Karlskrona kommun. Belastningskällor i Brudbäckens avrinningsområde, samt i Gängletorp/Torstäva med Stensnäset*. Högskolan Kalmar, Kalmarsundslaboratoriet, Institutionen för Naturvetenskap, Rapport 1994:4.
- Almedal, Carina. 1998. *Lokal hantering av slam från enskilda avlopp i Svalövs kommun*. SLU, Institutionen för lantbruksteknik, Seminarier och examensarbeten. Uppsala.
- Andersson, Arne. 1992. *Trace elements in agricultural soils - fluxes, balances and background values*. NV rapport 4077. Solna.
- Andersson, Ragni. 1992. *Slam från enskilda avlopp - hot eller resurs i ekologiskt lantbruk?* Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtodlingslära, Seminarier och examensarbeten 887. Uppsala.
- BEAROP in Estonia. 1997. *Agricultural Run-off Management Land Report of Estonia. Final report 1994-1997*. Tallinn Technical University (TTU), Swedish Institute of Agricultural Engineering (JTI). Tallinn - Uppsala.
- BEAROP in Latvia. 1997. *Agricultural Run-off Management Land Report of Latvia. Final report 1994-1997*. Latvian University of Agriculture (LLU), Swedish Institute of Agricultural Engineering (JTI). Jelgava - Uppsala.
- BEAROP in Lithuania. 1997. *Agricultural Run-off Management Land Report of Lithuania. Final report 1994-1997*. Lithuanian Institute of Water Management (LIWM), Swedish Institute of Agricultural Engineering (JTI). Kedainiai - Uppsala.
- Borg, Anna. 1993. *Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde - beräkningar av olika källors bidrag till växtnäringssläckaget*. SLU, Institutionen för markvetenskap, Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen Nr 4. Uppsala.
- Brandt, Maja, Jutman, Torbjörn & Alexandersson, Hans. 1994. *Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden 1961-1990 av nederbörd, avdunstning och avrinning*. SMHI Hydrologi Nr 49:1994. Norrköping.
- Carlsson, Anna Lena. 1995. *Näring, kadmium och bakterier i hushållsavlopp - en fältstudie av ett urinsorterande avloppssystem med lecabädd i Östhammar*. Institutionen för markvetenskap, Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen Nr 19, SLU. Uppsala.
- Carlsson Drake, Jonas. 1995. *Projekt Brudbäcken*. Opublicerat.
- Claesson, Sture & Steineck, Staffan. 1991. *Växtnäring, hushållning - miljö*. Speciella skrifter 41. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Claesson, S., Steineck, S. *Beräkningsunderlag för växtnäringstillförsel från stallgödsel, producerad mängd gödsel och lagringsbehov*. Bilaga till "Växtnäring, hushållning - miljö". 1991. Speciella skrifter 41. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Fagerberg, Britta, Salomon, Eva & Steineck, Staffan. 1993. *The computer program NPK-FLO. User's manual for calculations of plant nutrient balances in the farm and in the soil*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Crop Production Science - Internal Publications 9. Uppsala.
- Fagerberg, Britta & Torsell, Bengt. 1995. *Beräkning av kvävefixering i NPK-FLO*. Stencil från Institutionen för växtodlingslära, SLU. Opublicerad.
- Gatukontoret Visby. 1996. *Bevattning med avloppsvatten enligt gotlandsmodellen. Utvärdering*. Gotlands kommun. Tel: 0498-26 90 00



- Gummesson, Anne-Charlott. 1989. *Nitrat i grundvattnen i jordbruksområden*. SLU, Avdelningen för vattenvårdslära, Seminarier och examensarbeten Nr 4. Uppsala.
- Hallgren Larsson, E., Knulst, J.C., Lövblad, G., Malm, G., Sjöberg, K. & Westling, O. 1997. *Luftföroreningar i södra Sverige 1985-95*. Institutet för vatten och luftvårdsforskning, IVL-rapport B 1257. Aneboda.
- HSB. 1998. *Utveckling av hållbara VA-system*. Manuskript. Miljösektionen HSB riksförbund, Anna Larsson.
- Jakobsson, Christine. 1996. *Regler för stallgödsel och grön mark*. Jordbruksverket, Jordbruksinformation 4-1996. Jönköping.
- Jakobsson, C., Steineck, S. & Djurberg, L. 1995. *Hästar - gödsel och miljö*. Jordbruksinformation 16 - 1995. Jordbruksverket.
- Jakobsson, Christine, Sundell, Björn, Andersson, Rune, Lund, Staffan. 1998. *The Baltic Sea Agenda 21. Sector report-Agriculture*. Baltic 21-Agricultural secretariat. JTI.
- Johansson, Göran & Kyllmar, Katarina. 1997. *Observationsfält på åkermark. Avrinning och växtnäringens förluster för det agrohydrologiska året 1994/95 samt en långtidsöversikt*. Avdelningen för vattenvårdslära, Ekohydrologi 43, SLU. Uppsala.
- Johnsson, Holger & Hoffmann, Markus. 1997. *Kväveläckage från svensk åkermark - beräkningar av normalutlakning och möjliga åtgärder*. Rapport 4741. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Kyllmar, Katarina & Johnsson, Holger. 1996. *Typområden på jordbruksmark (JRK). Avrinning och växtnäringens förluster för det agrohydrologiska året 1994/95*. Avdelningen för vattenvårdslära, Ekohydrologi 40, SLU. Uppsala.
- Lundström, Christina. 1992. *Växtnäringens utlakning från golfgreenar: metodik och preliminära resultat*. Avdelningen för vattenvårdslära, Seminarier och examensarbeten Nr 17, SLU. Uppsala.
- Löfgren, Stefan. 1993. *Jordbrukets inverkan på yt- och grundvattnen: tillstånd, utveckling, orsak och verkan*. NV Rapport 4150. Naturvårdsverket, Solna.
- Löfgren, S., Gustafson, A., Steineck, S. & Stålnacke, P. 1998. *Agricultural development and nutrient flows in the Baltic states and Sweden after 1988*. Accepted by Ambio 1998.
- Löfgren, Stefan & Olsson, Håkan. 1990. *Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Underlagsrapport till Hav-90, Aktionsprogram mot havsföroreningar*. NV Rapport 3692. Naturvårdsverket, Solna.
- Löfgren, S., Steineck, S. & Carlson, G. 1998. *Model analysis of environmental impact from two hypothetical agricultural production systems in Sweden, Denmark and Lithuania in the years 2010 and 2030*. Baltic 21 - Agriculture. JTI-Rapport. Lantbruk & Industri nr 243. Uppsala.
- Malgeryd, Johan, Karlsson, Stig & Norin, Erik. 1998. *Spannmålskvalitet vid användning av avloppsslam som gödselmedel - en litteraturstudie*. JTI rapport, Kretslopp & Avfall Nr 16. JTI, Uppsala.
- Malgeryd, Johan, Steineck, Staffan & Stenberg, Bo. 1998. *Fältförsök med slam till stråsäd och oljeväxter*. Jordbrukstekniska Institutet (JTI). Opublicerat.
- Malmqvist, Per-Arne, Svensson, Gilbert & Fjellström, Caroline. 1994. *Dagvattnets sammansättning*. VAV, VA-forsk, Rapport nr 1994-11. Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Stockholm.
- Miljökontoret Karlskrona kommun. 1994. *Transport av närsalter - en undersökning av 11 vattendrag i Karlskrona kommun under 1993*. Rapport från Miljökontoret 1994. Karlskrona kommun.

- Miljökontoret Karlskrona kommun. 1996. *Inre kustvatten - en undersökning av vattenkvaliteten i 17 inre vikar under augusti 1995*. Rapport från Miljökontoret 1996. Karlskrona kommun.
- Miljö- och hälsoskyddskontoret Karlskrona kommun. 1989. *Inre kustvatten - en undersökning av vattenkvaliteten i 15 inre vikar under augusti 1989*. Rapport från Miljö- och hälsoskyddskontoret 1989. Karlskrona kommun.
- Norin, Erik. 1996. *Våtkompostering i ett lokalt, kretsloppsbaseerat behandlingssystem för toalett- och köksavfall. Förstudie av planerad bebyggelse i Horn, Västerås kommun*. JTI-rapport Kretslopp & Avfall, Nr 5. JTI, Uppsala.
- Norin, Erik. 1996. *Våtkompostering som stabiliserings- och hygieniseringsmetod för organiskt avfall. Försök i pilotskala med svartvatten, köksavfall och gödsel*. JTI rapport, Kretslopp & Avfall Nr 3. JTI, Uppsala.
- NV. 1990. *Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Klassificering av vattenkemi samt metaller i sediment och organismer*. Allmänna råd 90:4. Naturvårdsverket, Solna.
- NV. 1993. *Golfbanor*. Branschfakta. NV informerar. Tel: 08-6981000
- NV. 1993. *Vatten, avlopp och miljö*. NV Rapport 4207. Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV. 1996. *Mål för särskilda avfallslag. Aktionsplan Avfall*. NV Rapport 4602. Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV. 1996. *Överenskommelsen om slamanvändningen i jordbruket mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket. Uppföljning av de första åren: 1994-1996*. NV Rapport 4665. Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV. 1997. *Kretsloppsanpassade avloppssystem i befintlig bebyggelse*. Svensson, Ulrika & Hargelius, Kristina (red.). NV Rapport 4847. Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV. 1997. *Källor till kväveutsläpp*. NV Rapport 4736. Naturvårdsverket, Stockholm.
- NV. 1997. *Ren luft och gröna skogar. Förslag till nationella miljömål 1997*. NV Rapport 4765. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Olesen, Jörgen E. & Vester, Jakob (red.). 1995. *Näringsstofbalanser og energiforbrug i ekologisk jordbrug - fokus på kvägbegrefter og planteavl*. Statens Planeavlsförsög, Landbrugs- og Fiskeriministeriet, SP rapport Nr 9 - 1995. Lyngby.
- Olsson, Kristina. 1996. *Växtnäringsbalans, betydelse för ekonomi och miljö!* Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, Examensarbete i lantmästarprogrammet P-94/70, SLU. Alnarp.
- Ridderstolpe, Peter & Salomon, Eva. 1995. *Östhammars kretsloppsverk. Växtnäringsflöden och kretsloppssystem för avlopp i Östhammars kommun*. Avdelningen för jordbearbetning, Teknisk rapport nr 2, SLU. Uppsala
- SCB. *Jordbruksstatistisk årsbok*. Årgångarna 1970, 1971, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1997. Statistiska centralbyrån, Stockholm.
- SCB. 1995. Statistiska meddelanden. *Handelsgödsel, stallgödsel och kalk i jordbruket. Kväve, fosfor, kalium och CaO i långa regionala tidsserier*. 1995. Statistiska centralbyrån, Na 30 SM 9503.
- SCB. 1996. *Naturmiljön i siffror*. Statistiska centralbyrån. Stockholm.
- SCB. 1997. Statistiska meddelanden. *Kväve- och fosforbalanser för svensk åkermark och jordbrukssektor 1995*. 1997. Statistiska centralbyrån, Na 40 SM 9701. Stockholm.
- SCB. 1997. *Utsläpp till luft av ammoniak i Sverige 1995*. Statistiska meddelanden, Na 37 SM 9701. Statistiska centralbyrån, Stockholm.

- Schmidtbauer, Pia. 1996. *Hinder och möjligheter för källsortering av humanurin - intervjuundersökning bland lantbrukare, fastighetsförvaltare och boende i Ale kommun*. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för Jordbearbetning, Teknisk rapport nr 5, SLU. Uppsala.
- SGF. 1992. *Banskötselhandbok*. Svenska Golfbundet. Tel: 08-6221525
- SJV. 1997. *Statens jordbruksverks ammoniakupdrag*. Jönköping.
- SJV. 1997. *Statens jordbruksverks föreskrifter om teknik som skall användas vid spridning av flytgödsel i växande gröda*. SJVFS 1997:10. Jönköping.
- SJV. 1998. *Miljöstöd. EU-information från Jordbruksverket*. Tel: 0455-87113
- SLV FS. 1993. Statens Livsmedelsverks Författningssamling 1993:35. *Livsmedelsverkets kungörelse om dricksvatten*. Livsmedelsverket.
- SMHI. 1980. *Sveriges vattenbalans. Årsmedelvärden (1931-60) av nederbörd, avdunstning och avrinning*. SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) Rapport Nr RMK 18, Nr RHO 21. Norrköping.
- SMHI. 1991. *Temperaturen och nederbörden i Sverige (1961-90). Referensnormaler*. SMHI Meteorologi Nr 81. Norrköping.
- SMHI. 1998. *Avdunstning och avrinningskoefficient i Sverige, 1961-1990. Beräkningar med HBV-modellen*. SMHI Hydrologi Nr 73. Norrköping.
- SNFS. 1994. Statens naturvårdsverks författningssamling, SNFS 1994:2 MS:72. *Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket*. Naturvårdsverket, Stockholm.
- STANK. 1998. Statens Jordbruksverks dataprogram för växtnärbalansberäkning, Stallgödsel och växtnäring i kretslopp (STANK). Jordbruksverket, Jönköping.
- Steineck, Staffan, Djurberg, Lars & Ericsson, Janne. 1991. *Stallgödsel*. SLU, Speciella skrifter 43. Uppsala.
- Steineck, Staffan & Salomon, Eva. 1992. *Hantering av slam från enskilda avlopp. Recirkulation till jordbruket. Projekt i Uppsala kommun 1990-91*. Stad och Land i Samverkan - Lantbrukskonferens 1992, Allmänt 177, SLU. Uppsala.
- Sundberg, Kajsa. 1995. *Vad innehåller avlopp från hushåll?* Rapport 4425. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Tidåker, Pernilla. 1996. *Växtnärbalansflöden & kretsloppsbaserade tekniker på Sånga-Säby*. SLU, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för jordbearbetning, Teknisk rapport nr 4. Uppsala.
- Ulén, Barbro. 1997. *Förluster av fosfor från jordbruksmark*. Rapport 4731. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Wellburn. 1994. *Air pollution and climate change: The biological impact*. Second edition. Longman Scientific & Technical. Harlow, England.

## Muntliga meddelanden, 1998:

Bäckström, Magnus. VA-teknik, Luleå Tekniska Universitet. Tel: 0920-91494  
Carlsson Drake, Jonas. Tel: 0455-25309  
Granat, Lennart. Meteorologiska Institutionen, Stockholms Universitet.  
Gunnarsson, Anders. Länsstyrelsens lantbruksenhet, Karlskrona. Tel: 0455 - 87000  
Gustafson, Gunnela. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU. Tel: 018 - 671652  
Hansson, Rut. KRAV. Tel: 018-100290  
Hoffmann, Markus. Avdelningen för vattenvård, SLU. Tel: 018 - 672453  
Jaryd, Anders. VA-chef, Karlskrona kommun. Tel: 0455-303000  
Karlsson, Bo. Miljöavdelningschef, Miljökontoret Karlskrona. Tel: 0455-303345  
Kyllmar, Katarina. Avdelningen för vattenvård, SLU. Tel: 018-671000  
Larsson, Anna. Miljösektionen HSB Riksförbund. Tel: 08-7853069  
Löfgren, Stefan. SLU. Tel: 018-671000  
Malmqvist, Yngve. Boverket. Tel: 0455-53000  
Nilsson, Eskil. Regionchef, Arla Region Syd. Tel: 0470- 96351  
Ohlgren, John. Karlskrona kommun, Affärsverken AB, Avdelningen för renhållning.  
Steineck, Staffan. Jordbrukstekniska institutet, JTI. Tel: 018 - 303330  
Spjut, Tomas. Bankonsulent.  
Svensson, Knut. LRF Blekinge. Tel: 0457-23053  
Tietz, Frank. Lantmännen. Tel: 0346-85124  
Åkesson, Lars. Tel: 0455 - 29851

## Bilaga 1. Frågeformulär - växtnäringsbalans.

Detta frågeformulär skrevs ursprungligen av Staffan Steineck för att användas i samband med dataprogrammet NPK-FLO. Modifierat av Teresa Kalisky för att användas vid intervjuerna med lantbrukarna i Brudbäckens avrinningsområde.

### Växtnäringsbalans

Län..... Kommun.....

Avrinningsområde..... Kod.....

Namn på gården .....

Ägaren .....

Brukare.....

Areal.....hektar (innefattar ej permanent bete)

### Jordmån

Markkartering år 19..... Delvis markkarterat, .....hektar

Vegetationsperiod dagar/ år ..... Nederbörd/månad .....

Månadsmedeltemperatur ..... Vattenflöde/månad .....

Jordart: lerhalt .....%

Spridning på tjäle, areal .....hektar

Areal med fånggröda, vilka fånggrödor? .....hektar

Erosionsbenägen mark, backar, areal .....hektar

**Djurproduktion**

Mjölproduktion.....kg/ ko .....totalt ton/ år

Antal djur

Mjölkcor.....

Kviga över 1 år .....

Ungdjur 6-12 månader .....

Kalvar, 0-6 månader.....

Kötttdjur 0-2 år .....

Suggor med smågrisar.....

Slaktsvin.....

Värphöns.....

Övriga.....

Inköpta djur .....

**Växtproduktion**

	Hektar	kg/ha	kg totalt
Vall, .....% klöver	.....	.....	.....
Vall, bete andra skörd	.....	.....	.....
Permanentbete	.....	.....	.....
Säd	.....	.....	.....
Säd	.....	.....	.....
Potatis	.....	.....	.....
Övrigt	.....	.....	.....

Liknande växtföljd varje år? Ja / ..... Nej.....

Halmen: skördas den, och i så fall, säljs den eller används den på gården? .....

**Inköpt foder**

	Slag	kg
Grovfoder, hö + ensilage, ts-halt.....		
Koncentrat (typ/ varunamn) .....		
Mineraler (typ/ varunamn) .....		
Fodersäd .....		
Övrigt .....		

**Konstgödsel**

Typ	kg totalt	kg näring för hela gården
N.....	.....	.....
P.....	.....	.....
K.....	.....	.....
NPK.....	.....	.....
NP.....	.....	.....
NK.....	.....	.....

Summa/ ha .....

Spridningssätt      Ytspritt .....%      Kombimaskin .....%

Inköpt/ såld stallgödsel .....ton

**Försålda produkter**

Grovfoder	.....	ton
Säd	.....	ton
Säd	.....	ton
Oljeväxter	.....	ton
Övrigt	.....	ton
Kött	djurslag.....levande vikt	
	djurslag.....levande vikt	
Mjölk	.....	ton
Ägg	.....	ton
Övrigt	.....	ton



**Gödselhantering, system**

Stallperiod ..... månader/ år

**Gödsellager**Flytgödselbrunn .....m<sup>3</sup>, betong, stål, trä, plastUrinbrunn .....m<sup>3</sup>, betong, stål, trä,Gödselplatta .....m<sup>2</sup>, betong, asfalt, annatLagringsutrymme, totalt .....ton, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>Spillvatten från mjölkkrum, silos, nederbörd ..... m<sup>3</sup>Fastgödselspridare, typ ..... Volym m<sup>3</sup>Flytgödselspridare, typ ..... Volym m<sup>3</sup>

Bred- eller bandspridning.....

Spridningstid                vår.....%    sommar.....%    höst .....%

Nedbrukning inom 1 - 12 timmar ? .....

Till vilka grödor?..... mängd .....ton/ ha

Mängd stall- respektive konstgödsel som ges till vallen? .....

.....

Antal år mellan spridning på samma fält .....år

## Bilaga 2. Gränsvärden gällande tungmetaller i slam och åkermark.

Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:2) reglerar användningen av slam<sup>1</sup>. Här följer ett (förkortat) utdrag:

5§ Avloppsslammet skall användas med beaktande av växternas näringsbehov och på ett sådant sätt att kvaliteten hos jorden samt yt- och grundvatten inte försämras.

6§ Avloppsslammet skall behandlas innan det används i jordbruket.

7§ Avloppsslam får inte användas

1. på betesmark,
2. på åkermark som skall användas för bete eller om vallfodergrödor skall skördas inom 10 månader från spridningstillfället,
3. på mark med odlingar av bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt (gäller ej fruktträd),
4. på mark avsedd för kommande odling av bär, potatis, rotfrukter eller grönsaker, under 10 månader före skörden.

10§ Brukaren av åkermarken skall före användning av avloppsslam kontrollera markens metallhalt, om det kan antas att halten av en eller flera metaller i marken överskrider gränsvärden i bilaga B. Uttagna markprover skall analyseras med avseende på torrsubstans, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink.

11§ Producenten av avloppsslam skall analysera slammet med avseende på torrsubstans, glödningsförlust, pH, totalfosfor, totalkväve, ammoniumkväve, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink.

Provtagning skall ske 1 gång per år för avloppsreningsverk med 200-2000 anslutna personekvivalenter (pe), och 1 gång per halvår för avloppsreningsverk med 2001-20000 pe.

12§ Producenten av avloppsslam skall lämna en innehållsdeklaration till den som ska använda slammet, där analysresultat och lämplig spridningsgiva med avseende på fosfor, kväve och metallinnehåll anges.

Ett tillägg till 6§ är att obehandlat avloppsslam får användas om det brukas ned senast inom ett dygn från spridningen och användningen inte leder till olägenheter för närboende. Slammet likställs dock med stallgödsel vid spridning, och måste nedmyllas inom 4 timmar vid spridning på obevuxen mark, vilket gäller hela året i Blekinge län<sup>2</sup>.

Här följer Bilagor A-D, vilka anger tillämpliga gränsvärden för växtnäringstillförsel via avloppsslam, metaller i åkermark, tillförsel av metaller till åkermark och maximala metallhalter i slam för jordbruksändamål.

<sup>1</sup> SNFS. 1994. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön...SNFS 1994:2

<sup>2</sup> Jakobsson. 1996. Regler för stallgödsel och grön mark. SJV, Jordbruksinformation 4-1996.

**Bilaga A. Växtnäringstillförsel till åkermark via avloppsslam**

Maximal mängd totalfosfor och ammoniumkväve som vid tillämpning av 5§ årligen får tillföras åkermark via avloppsslam

Jordens fosforklass*	Totalfosfor, kg/ ha	Ammoniumkväve, kg/ ha
I och II	35	150
III-IV	22	150

\*Lättlöslig fosfor (P-AL). Klass mg per 100 g torr jord:

I	< 2	IV	8,1-16
II	2-4	V	> 16
III	4,1-8		

Vid varje slamspridningstillfälle får maximalt spridas 250 kg totalfosfor per hektar på jordar i fosforklass I och II, respektive 160 kg totalfosfor per hektar på jordar i fosforklass III-V.

**Bilaga B. Metaller i åkermark**

Gränsvärden enligt 8 och 10§§ i SNFS 1994:2 för maximala halter metaller i åkermark vid användning av avloppsslam

Metall	mg/ kg torrsubstans i jord
Bly	40
Kadmium	0,4
Koppar	40
Krom	30
Kviksilver	0,3
Nickel	30
Zink	75

**Bilaga C. Tillförsel av metaller till åkermark**

Gränsvärden enligt 9§ för den årliga mängd metaller som högst får tillföras åkermark vid användning av avloppsslam. Gränsvärdena avser genomsnitt räknat för en sjuårsperiod.

Metallmängderna anges i g per hektar och år.

Metall	Gränsvärde (g/ ha och år), gällande från och med	
	år 1995	år 2000
Bly	100	25
Kadmium	1,75	0,75
Koppar	600	300
Krom	100	40
Kviksilver	2,5	1,5
Nickel	50	25
Zink	800	600

**Bilaga D. Maximala metallhalter i slam för jordbruksändamål**

Avloppsslam för jordbruksändamål får saluhållas och överlåtas endast om metallhalten inte överstiger följande gränsvärden.

Metall	mg/ kg torrsubstans
Bly	100
Kadmium	2
Koppar	600
Krom	100
Kviksilver	2,5
Nickel	50
Zink	800

Om särskilda skäl föreligger äger Naturvårdsverket rätt att medge undantag från dessa gränsvärden. Ovanstående gränsvärden träder i kraft den 1 januari 1998.

### Bilaga 3. Arlas "Villkor för foder bevattnat med vatten från biodammar". 1996-03-26

Med biodammar avses dammar för uppsamling av avloppsvatten så att sedimentering och biologisk nedbrytning kan ske. Att omhänderta avloppsvatten på detta sätt och därefter använda vattnet för bevattning av jordbruksmark har under ett antal år tillämpats på Gotland.

Svårnedbrytbara miljöfarliga organiska ämnen som dioxiner, PAH och PCB har extremt låg löslighet i vatten och förekommer därför i avloppsvatten som bundna till partiklar. I ett reningsverk sedimenterar partiklarna och anrikas i rötslammet vilket innebär att vattnets halt av dessa ämnen sjunker dramatiskt. Samma process sker i en biodamm och man kan därför efter tillräcklig uppehållstid använda vattnet för bevattning av jordbruksmark.

På Gotland är dammsystemet konstruerat så att en uppehållstid på minst ett halvår uppnås. Detta är viktigt för att även erhålla en tillräcklig minskning av antalet mikroorganismer.

Sommaren 1995 genomfördes följande analyser på Gotland:

- vattnets innehåll av PCB.
- mikrobiologisk analys av grönmassa som odlats med och utan bevattning med avloppsvatten. Analysen omfattade koliforma bakterier, *E. Coli*, Bacillusporer, smörsyrasporer och *listeria monocytogenes*.
- analys av mjölk med avseende på PCB från gårdar anslutna till bevattningssystemet och från kontrollgårdar.

Resultaten (PA 215/95) visade att PCB ej kunde påvisas i dammarna och att det ej förelåg någon påverkan från bevattningssystemet på grönmassa eller mjölk.

**Förutsatt att samtliga nedanstående villkor uppfylls kan Arla acceptera att vatten från biodammar används för bevattning av grödor avsedda för foder till mjölkkor.**

För sediment från biodammar gäller Arlas ordinarie regler för avloppsslam.

#### Villkor vid nyanläggning av biodammar

1. Att lakvatten från avfallsdeponier ej får vara anslutet.
2. Att dagvatten från trafikplatser, starkt trafikerade leder och industritomter där det finns risk för olje- eller kemikaliespill ej får vara anslutet.
3. Att industrianslutningar redovisas och en miljökonsekvensbeskrivning görs.
4. Att kommunen aktivt arbetar för att enbart miljömärkta kemisktekniska (Svanen, Bra miljöval etc) produkter och toapapper används. Ett delmål är att ca 80 procent av volymen i handeln av dessa produkter är miljömärkta.
5. Att samråd sker mellan kommunens miljökontor, konsumentföreträdare och jordbrukets representanter om anslutningsvillkor och kontrollprogram.
6. Att dammsystemet konstrueras så att en uppehållstid på minst 6 månader erhålls för avloppsvattnet.

Villkor för bevattning

7. Från varje damm som används för bevattning tas följande mikrobiologiska och kemiska analyser på bevattningsvatten minst 1 gång/ månad under bevattningssäsong:

Termofila koliformer 44°	Riktvärde:	< 1000 colony forming units (cfu)/ 100 ml
<i>Salmonella</i>	Riktvärde:	negativt/ 100 ml
<i>Bacillus cereus</i>	Riktvärde:	kan ej anges för närvarande
Smörsyrasporer	Riktvärde:	kan ej anges för närvarande

Ambitionen är att ta fram riktvärde för *Bacillus cereus* och smörsyrasporer efter att mer omfattande erfarenheter från analyser vunnits. Analysresultaten för dessa mikroorganismer skickas regelbundet till Elisabet Waak, Arla FoU, 105 46 Stockholm.

Resultaten från den första analysomgången skall föreligga före första bevattningstillfälle. Ett samlingsprov bereds av prover från de tillfällen som mikrobiologiska analyser utförs enligt ovan. Samlingsprovet analyseras med avseende på innehåll av bly och kadmium.

Bly	Riktvärde:	0,01 mg/ l, säsongsmedelvärde
Kadmium	Riktvärde:	0,001 mg/ l, säsongsmedelvärde

Ett samlingsprov per damm och säsong är tillräckligt.

8. En karenstid om minst 2 veckor mellan sista bevattning och skörd eller bete skall tillämpas. Dokumentation över bevattningen och skörd eller bete skall göras och sparas. Av denna skall framgå tidpunkt för bevattning, vilken damm, mängd för varje skifte, datum för skörd eller bete.

9. Ensilage från bevattnad areal analyseras med avseende på förekomst av smörsyrasporer före utfodringen på börjas. Vid höga halter smörsyrasporer kontaktas Arlas områdesansvarige innan utfodringen påbörjas.

10. En årlig översyn skall göras för att säkerställa att villkor 1-5 uppfylls.

## Bilaga 4. Utlakningskoefficienter för Götalands mellanbygder - ost (Gmb-o) <sup>3</sup>.

Utlakningskoefficienterna för Götalands mellanbygder-ost (Gmb-o) baseras på en ungefärlig avrinning om 200 mm och en medeltemperatur på 6-7 °C. Utlakningen är beräknad för tre jordtyper: lerig sand, lättlera och styv lera. I följande tabell är utlakningskoefficienterna baserade på medelvärdet för lerig sand och lättlera, eftersom det är den kombination av jordtyper som är mest representativ för Brudbäckens avrinningsområde. För vallar används ett medeltal på kvävefixeringen på 41 kg N per hektar. Den totala årliga depositionen är medräknad (våt + torr deposition 1985 och 1994), och ligger i Gmb-o på 17 kg N per hektar. Medelutlakningen för området ligger (1995) på 20 kg N per hektar.

Utlakningskoefficienterna gäller för 1994, och är uppdelade på odlingssystem med både konst- och stallgödsel (djurgårdar och växtodlingsgårdar med stallgödsel) och odlingssystem med enbart konstgödsel (växtodlingsgårdar utan stallgödsel).

Tabell 1. Utlakningskoefficienter (kg N/ha) för Götalands mellanbygder-ost 1994.

	Konst- och stallgödsel	Enbart konstgödsel
<b>Korn/ havre</b>	57	26
<b>Höstvete</b>	46	16
<b>Råg</b>	26,5	20
<b>Betor</b>	56	24
<b>Potatis</b>	54	22
<b>Vall</b>	6	6,5
<b>Höstraps</b>	64	37,5
<b>Extensiv vall</b>	5	5

Dessa utlakningskoefficienter har multiplicerats med grödfördelningen inom Brudbäckens avrinningsområde (Tabell 2), för att få fram en genomsnittlig siffra på utlakningen från åkermarken i området. Den genomsnittliga utlakningen är 43 kg N per hektar.

Tabell 2. Gröd- och markfördelningen i hektar inom Brudbäckens avrinningsområde 1997 <sup>4</sup>

Grödor, markanvändning	Djurgårdar, ha	Växtodlingsgårdar, som ej brukar stallgödsel. Ha.
Korn/ havre/ vårvete	109	
Höstvete	117	8
Sockerbetor	71	
Potatis	87	4
Vall	98	
Vårrops	3	
Övrig åkerareal; grönsaker, majs, körsbär	19	
Extensiv vall + bete och ängsmark	30 + 24	
Skogsmark	160	
Hårdgjorda ytor	50	
Summa, areal:	780	

<sup>3</sup> Johnsson, H. & Hoffmann, M. 1997. Kväveläckage från svensk åkermark. NV 4741.

<sup>4</sup> Adolfsson Jörby, S. 1994. Närsalter till Torstävaviken. Högskolan Kalmar rapport 1994:4. Arealfördelning av åkermarken enligt intervjuer med lantbrukare i området i mars 1998.

**Bilaga 5. Tabell 3. Förråd av fosfor i marken.**

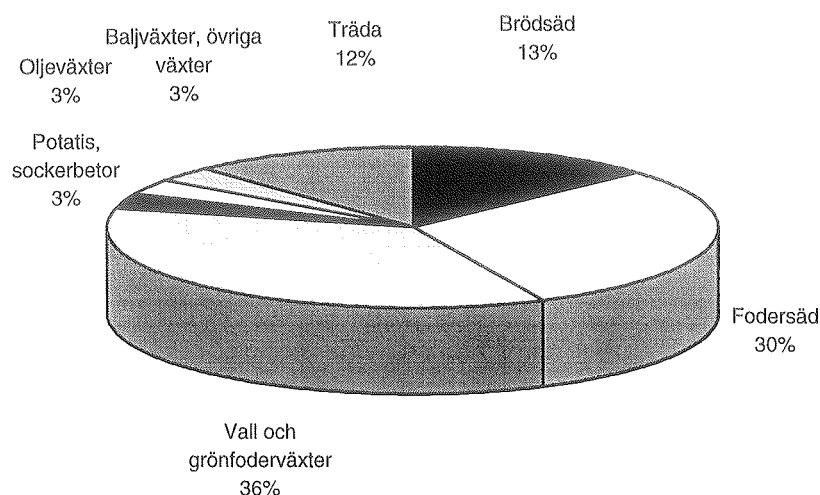
År	Brödsäd, ton			Fodersäd, ton			Tillfört i konstgödsel	
	Höstvete	Vårvete	Höstråg	Korn	Havre	Blandsäd	N, kg/ha	P, kg/ha
1953	5370	4540	8830	4000	9130	10270	38	26
1954	5370	4540	8830	4000	9130	10270	38	26
1955	7030	5010	6930	9560	5660	8620	40	24
1956	7030	5010	6930	9560	5660	8620	40	24
1957	7030	5010	6930	9560	5660	8620	40	24
1958	7030	5010	6930	9560	5660	8620	40	24
1959	7030	5010	6930	9560	5660	8620	49	22
1960	9250	5890	5450	15840	7150	8360	53	23
1961	9250	5890	5450	15840	7150	8360	50	24
1962	9250	5890	5450	15840	7150	8360	57	23
1963	9250	5890	5450	15840	7150	8360	55	23
1964	9250	5890	5450	15840	7150	8360	68	28
1965	8630	6930	7010	21230	6400	5540	74	28
1966	3480	5430	2880	22400	6600	2740	68	27
1967	8700	8930	6280	22300	8140	2530	84	31
1968	8620	9940	6250	23070	8330	3730	84	31
1969	5080	6890	5140	19490	5870	1760	77	27
1970	7010	6100	5790	22660	5090		81	29
1971	6060	8040	5660	29230	7730	2280	85	31
1972	9300	6750	9340	23030	6840	1990	89	34
1973	9030	4750	7750	20260	3890	1520	88	30
1974	11230	9270	9470	31450	7240		80	26
1975	6660	8750	6190	24600	5570	1300	91	29
1976	9980	5940	10330	21920	6200	1540	92	26
1977	9970	4480	9640	22530	4410	1140	91	25
1978	9910	5640	10650	33460	5730	1550	85	21
1979	7000	5750	7970	29850	6330	1520	87	22
1980	9290	6140	7810	32170	6500		83	21
1981	9200	7220	5580	32040	8090		80	20
1982	8420	7600	5070	31100	6590		86	19
1983	10746	5621	5728				109	20
1984	13620	7020	6730	30980	7240		88	17
1985	6830	8580	3820	31590	8070		75	9
1986	9660	9330	3660	29260	6990		81	13
1987	13770	6160	3570	24500	6820		73	10
1988	5900	6800	2800	22200	8100		70	11
1989	10500	5951	4709	21300	7200		65	6
1990	17300	5246	5000	26800	7800		64	6
1991	11800	5226	3412	29600	7500		61	6
1992	9300	5240	2699	14600	3800		66	6
Summa:	349136	253304	250498	828620	261380	134580		
Varav N, ton:	5796	5167	3783	13589	4313	2288		
Varav P, ton:	1082	785	777	2817	863	431		

År	Stallgödsel		Areal ha	Konstgödsel		Stallgödsel	
	N, kg/ha	P, kg/ha		N, ton	P, ton	N, ton	P, ton
1953	35	7	57143	2171	1486	2000	400
1954	35	7	57143	2171	1486	2000	400
1955	35	7	57143	2286	1371	2000	400
1956	36	7	53056	2122	1273	1910	380
1957	36	7	53056	2122	1273	1910	380
1958	36	7	53056	2122	1273	1910	380
1959	36	7	53056	2600	1167	1910	380
1960	36	7	53056	2812	1220	1910	380
1961	43	9	47674	2384	1144	2050	430
1962	43	9	47674	2717	1097	2050	430
1963	43	9	47674	2622	1097	2050	430
1964	43	9	47674	3242	1335	2050	430
1965	43	9	47674	3528	1335	2050	430
1966	59	12	43220	2939	1167	2550	510
1967	59	12	43220	3631	1340	2550	510
1968	59	12	43220	3631	1340	2550	510
1969	59	12	43220	3328	1167	2550	510
1970	59	12	43220	3501	1253	2550	510
1971	56	11	41786	3552	1295	2340	460
1972	56	11	41786	3719	1421	2340	460
1973	56	11	41786	3677	1254	2340	460
1974	56	11	41786	3343	1086	2340	460
1975	56	11	41786	3803	1212	2340	460
1976	62	12	39839	3665	1036	2470	480
1977	62	12	39839	3625	996	2470	480
1978	62	12	39839	3386	837	2470	480
1979	62	12	39839	3466	876	2470	480
1980	62	12	39839	3307	837	2470	480
1981	70	13	38143	3051	763	2670	510
1982	70	13	40143	3452	763	2810	540
1983	70	13	38258	4170	765	2760	530
1984	70	13	37934	3338	645	2750	530
1985	70	13	37604	2820	338	2670	530
1986	71	14	37231	3016	484	2630	500
1987	71	14	36890	2693	369	2600	510
1988	71	14	36588	2561	402	2570	480
1989	71	14	36322	2361	218	2540	480
1990	71	14	36018	2305	216	2460	470
1991	71	13	35794	2183	215	2440	450
1992	74	14	35772	2361	215	2560	480
Summa:				119784	39066	94060	18510
Summa tillförsel N, ton: 213844				Tillförsel - Bortförsel			
Summa tillförsel P, ton: 57576				N, ton	P, ton		
				178908	50822	Totalt i Blekinge	
Summa bortförsel N, ton: 34936				3851	1092	Kg/ha	
Summa bortförsel P, ton: 6755							



Ovanstående data i Tabell 3 är sammanställda ur Jordbruksstatistiska årsböcker från 1970 till 1993. *Kursiverade värden* är beräknade ur de jordbruksstatistiska värdena. Skördarna av brödsäd och fodersäd har summerats, och mängden rent kväve och fosfor beräknats enligt de procenttal över kväve- och fosforinnehållet hos de olika grödorna som finns i STANKs databaser (1998). Övriga grödor (rotfrukter, oljeväxter, baljväxter) har ej tagits med i beräkningen, då dessa endast utgör 9% av de totala skördemängderna. Se figur 1. Vall och grönfoderväxter har inte heller tagits med, eftersom tillförseln av fosfor och kalium till åkrarna med stallgödsel antas vara i samma storleksordning som bortförseln av fosfor och kalium i vall till djurfoder. Tillförseln av kväve och fosfor i stallgödsel och konstgödsel till hela Blekinges åkerareal har summerats. Bortförseln av växtnäring i form av spannmålsskörd har dragits ifrån tillförseln i form av gödselmedel. Överskottet av växtnäring har dividerats med 46 458 hektar, vilket är ett medeltal av åkerarealen år 1953 och 1992.

Utöver bortförsel med skörden, sker en nettoavrinning av 0,5 kg P per hektar och år. Depositionen är 0,3 kg<sup>5</sup> och avrinningen 0,8 kg P per hektar och år<sup>6</sup>. Det motsvarar en förlust om 20 kg P efter 40 år. Den upplagrade mängden 1092 kg P per hektar ska alltså minskas med 20 kg P till ca 1072 kg P per hektar.



Figur 1. Åkerarealens fördelning på olika grödslag. Genomsnitt för Sverige år 1996<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> SCB. 1997. Kväve- och fosforbalanser för svensk åkermark och jordbrukssektor 1995.

<sup>6</sup> Ulén. 1997. Förluster av fosfor från jordbruksmark. NV Rapport 4731.

<sup>7</sup> SCB. Jordbruksstatistisk årsbok 1997.